

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»  
ОНК «Институт высоких технологий»  
Высшая школа нанотехнологий и инженерии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**

**«Высшая математика, программирование и обработка данных»**

**Шифр: 16.03.01**

**Направление подготовки: Техническая физика**

**Профиль: Прикладная физика наукоемких производств**

**Квалификация (степень) выпускника: Физик. Инженер-физик**

## Лист согласования

**Составители:** Кристина Александровна Гриценко, к.ф.-м.н., Директор ВШ Нанотехнологий и инженерии, научный сотрудник НОЦ «Умные материалы и передовые технологии»; Кулик Арина Дмитриевна, ассистент, руководитель образовательных программ БФУ им. И. Канта, инженер-конструктор АО «ОКБ Факел».

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»  
Протокол № 15 от 7 марта 2024 г.

Председатель Ученого совета ОНК  
«Институт высоких технологий»

Юров А. В.

Руководитель ОНК «Институт высоких технологий», д. ф.-м. н., профессор

Руководитель образовательных программ

Кулик А. Д.

## Содержание

1. Название образовательного модуля
2. Характеристика образовательного модуля
3. Методические указания для обучающихся по освоению модуля
4. Программы дисциплин образовательного модуля:
  - Математический анализ
  - Аналитическая геометрия и линейная алгебра
  - Векторный и тензорный анализ
  - Теория вероятностей и математическая статистика
  - Программирование
  - Дифференциальные и интегральные уравнения
  - Теория функций комплексного переменного
  - Численные методы и математическое моделирование
  - Искусственный интеллект и машинное обучение
  - Методы математической физики
  - Теория рядов
5. Программа практики
6. Программа итоговой аттестации по модулю

## 1. Название модуля: «Высшая математика, программирование и обработка данных»

### 2. Характеристика модуля

#### 2.1. Образовательные цели и задачи

Модуль ставит своей целью создать условия для эффективного формирования и развития профессиональных компетенций

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Освоение основных понятий и методов линейной алгебры, математического анализа, теории вероятностей и математической статистики.
- Развитие навыков решения математических задач, включая задачи на оптимизацию, дифференциальные уравнения и интегралы.
- Изучение одного или нескольких языков программирования (например, Python, C++, Java).
- Получение навыков работы с основными структурами данных (списки, массивы, словари) и алгоритмами (сортировка, поиск, рекурсия)
- Знакомство с методами сбора, хранения и обработки данных.
- Применение математических методов для анализа данных и выявления закономерностей.

#### 2.2. Образовательные результаты выпускника

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен использовать знания в области физики, математики и инженерии для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-1.1 Демонстрирует знания законов физики и математического аппарата.  ОПК-1.2 Решает физические и инженерные задачи, используя математический аппарат.  ОПК-1.3 Решает задачи профессиональной деятельности через решение фундаментальных физических и инженерных задач.	<b>Знать:</b> основные понятия и методы линейной алгебры, математического анализа, теории вероятностей и математической статистики;  <b>Уметь:</b> решать задачи с использованием математических моделей и алгоритмов;  <b>Владеть:</b> навыками самостоятельной работы;
ОПК-2 Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные,	ОПК-2.1 Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из области физико-математических наук	<b>Знать:</b> основы одного или нескольких языков программирования (например, Python, C++, Java);  <b>Уметь:</b> анализировать полученные результаты и формулировать выводы;  <b>Владеть:</b> критическим

<p>с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.</p>	<p>и инженерии.</p> <p>ОПК-2.2 Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии.</p> <p>ОПК-2.3 Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.</p>	<p>мышлением и умением решать сложные задачи;</p>
<p>ОПК-3</p> <p>Способен решать задачи и представлять результаты своей профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий, прикладных компьютерных программ и работать с информацией в глобальных информационных сетях.</p>	<p>ОПК-3.1 Проводит конструкторские и инженерные расчеты, моделирование физических процессов, испытательные работы с использованием современного программного обеспечения.</p> <p>ОПК-3.2 Представляет результаты решения задач профессиональной деятельности с использованием передовых цифровых и программных решений.</p>	<p><b>Знать:</b> методы сбора, хранения и обработки данных; математические методы для анализа данных и выявления закономерностей; статистические пакеты для проведения исследований и визуализации результатов.</p> <p><b>Уметь:</b> применять математические методы и алгоритмы для решения практических задач; обрабатывать и анализировать данные; использовать ресурсы для расширения знаний.</p> <p><b>Владеть:</b> готовностью к применению полученных знаний и навыков в профессиональной деятельности.</p>

### 3. Методические указания для обучающихся по освоению модуля

Освоение дисциплин модуля закладывает базу для будущей профессиональной деятельности в сфере 25 Ракетно-Космическая Промышленность. Оно должно начинаться с внимательного ознакомления с рабочими программами дисциплин, обязательными компонентами которых являются: перечень тем, подлежащих усвоению; задания; списки учебных пособий и рекомендуемой литературы; списки контрольных вопросов, заданий. При изучении дисциплин модуля необходимо последовательно переходить от дисциплины к дисциплине, от темы к теме, следуя внутренней логике, заложенной в программе дисциплины модуля. Только так можно достичь полного понимания материала, хорошей ориентации в специальной литературе, формирования собственной точки зрения и умений практического характера. Для более глубокого и эффективного освоения дисциплин рекомендуется предварительная подготовка к занятиям.

#### 1. Программы дисциплин модуля

## 1. Наименование дисциплины: «Аналитическая геометрия и линейная алгебра».

**Цель** курса «Аналитическая геометрия и линейная алгебра» – фундаментальная подготовка студентов по основным разделам линейной алгебры и аналитической геометрии, обеспечивающим достаточный уровень современной математической подготовки будущего выпускника, необходимый для решения теоретических и практических задач по специальности, а также развитие логического мышления, навыков математического исследования явлений и процессов, связанных с профессиональной деятельностью.

Основными **задачами** освоения дисциплины являются:

- сформировать культуру мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;
- сформировать способность к организованному подходу к освоению и приобретению новых навыков и компетенций;
- ознакомить с основными понятиями и методами аналитической геометрии (основы координатно-векторного аппарата, теория кривых и поверхностей первого и второго порядка);
- ознакомить с основными понятиями и методами линейной алгебры (методы решения систем линейных уравнений, основы алгебры линейных пространств);
- продемонстрировать возможности использования математических моделей задач линейной алгебры и аналитической геометрии в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен использовать знания в области физики, математики и инженерии для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Демонстрирует знания законов физики и математического аппарата. ОПК-1.2. Решает физические и инженерные задачи, используя математический аппарат. ОПК-1.3. Решает задачи профессиональной деятельности через решение фундаментальных физических и инженерных задач.	<b>Знать:</b> перспективы развития изучаемых разделов дисциплины и потенциальных возможностей их использования в профессиональной деятельности. <b>Уметь:</b> строить математические модели простейших систем и процессов на основе знания линейной алгебры и аналитической геометрии и проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели. <b>Владеть:</b> математическим аппаратом линейной

		алгебры и аналитической геометрии, необходимым для его использования при изучении других дисциплин, владеть профессиональным языком предметной области знания (линейной алгебры и геометрии); методами моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК-2. Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.	ОПК-2.1. Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из области физико-математических наук и инженерии. ОПК-2.2. Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии. ОПК-2.3. Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.	<b>Знать:</b> Современные методы и подходы в инженерии, применимые для проектирования решений научно-исследовательских задач с использованием геометрии и линейной алгебры <b>Уметь:</b> проводить поиск и анализ научно-технической информации для выявления актуальных исследовательских проблем с использованием геометрии и линейной алгебры <b>Владеть:</b> Способностью интегрировать знания из аналитической геометрии и линейной алгебры для решения практических задач в различных сферах деятельности

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Аналитическая геометрия и линейная алгебра» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

## 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Основные методы решения систем линейных уравнений	Определители. Определители 2-го и 3-его порядков, их свойства. Алгебраические дополнения и миноры. Определители n-го порядка. Вычисление определителя разложением по строке
		Матрицы. Матрицы. Операции над матрицами. Обратная матрица.
		Системы линейных уравнений. Определение системы линейных уравнений и её матричная запись. Ранг матрицы. Условие совместности системы линейных уравнений. Формулы Крамера. Матричный метод решения систем уравнений. Теорема Кронекера-Капели. Исследование систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
2.	Элементы векторной алгебры	Векторы, их аналитическое задание и линейные операции над векторами. Предмет аналитической геометрии. Векторы на плоскости и в пространстве. Линейные операции над векторами. Координаты вектора и точки на плоскости и в пространстве. Разложение вектора по базису. Направляющие косинусы и длина вектора.
		Скалярное произведение векторов. Скалярное произведение и его свойства.
		Векторное и смешанное произведения векторов. Векторное произведение векторов и его свойства. Смешанное произведение векторов и его свойства. Признак компланарности векторов.

3	Элементы аналитической геометрии	<p>Простейшие задачи аналитической геометрии. Деление отрезка в данном отношении. Расстояние между двумя точками. Полярная система координат. Связь полярных координат точки и её декартовых прямоугольных координат.</p> <p>Прямая на плоскости. Уравнение линии на плоскости. Параметрические уравнения линии на плоскости. Уравнения линий в полярной системе координат. Спираль Архимеда. Различные виды уравнений прямой на плоскости. Угол между двумя прямыми. Условия параллельности и перпендикулярности двух прямых. Расстояние от точки до прямой.</p> <p>Плоскость. Различные виды уравнений плоскости. Угол между двумя плоскостями. Условия параллельности и перпендикулярности двух плоскостей. Расстояние от точки до плоскости.</p> <p>Прямая в пространстве.</p>
		<p>Различные виды уравнений прямой в пространстве, их взаимосвязь. Углы между прямыми и плоскостями.</p> <p>Кривые второго порядка. Канонические уравнения кривых второго порядка. Эллипс, гипербола, парабола, их свойства. Технические приложения геометрических свойств кривых.</p> <p>Преобразование координат. Формулы преобразования координат. Изменение уравнений кривых при преобразованиях координат.</p> <p>Поверхности второго порядка. Уравнение поверхности. Уравнения цилиндрической и конической поверхностей. Канонические уравнения поверхностей второго порядка.</p>
4	Линейные пространства	<p>Линейные пространства и их свойства. Определение линейного пространства. Линейная зависимость и линейная независимость векторов. Размерность и базис линейного пространства. Координаты вектора в данном базисе. Переход от одного базиса к другому.</p> <p>Евклидово пространство. Определение евклидова пространства. Скалярное произведение векторов. Длина вектора. Неравенство треугольника, неравенство Коши-Буняковского. Ортонормированный базис.</p>
5	Линейные отображения	<p>Линейные отображения. Определение линейного отображения. Матрица отображения. Связь между координатами вектора и его образа. Зависимость между матрицами одного и того же линейного отображения в различных базисах. Операции над отображениями. Обратное отображение.</p>

		Собственные векторы и собственные значения линейного отображения. Характеристическое уравнение отображения и собственные векторы линейного отображения. Приведение матрицы линейного отображения к диагональному виду. Ортогональные отображения
6	Квадратичные формы	Приведение квадратичной формы к каноническому виду. Основные определения. Матричная запись квадратичной формы. Приведение квадратичной формы к каноническому виду Применения квадратичных форм. Критерии знакоопределенности квадратичных форм. Применение квадратичных форм к исследованию функций на экстремум.

### 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Основные методы решения систем линейных уравнений	Определители. Матрицы.
		Системы линейных уравнений. Решения систем уравнений.
2	Элементы векторной алгебры	Векторы, их аналитическое задание и линейные операции над векторами. Скалярное произведение векторов.
		Векторное и смешанное произведения векторов.
3	Элементы аналитической геометрии	Простейшие задачи аналитической геометрии.
		Прямая на плоскости.
		Плоскость.
		Прямая в пространстве.
		Кривые второго порядка.
		Преобразование координат.
4	Линейные пространства	Поверхности второго порядка.
		Линейные пространства и их свойства.
5	Линейные отображения	Евклидово пространство.
		Линейные отображения.
6	Квадратичные формы	Собственные векторы и собственные значения линейного отображения.
		Приведение квадратичной формы к каноническому виду. Применения квадратичных форм.

Рекомендуемый перечень тем практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
-------	---------------------------------	---------------------------

1	Основные методы решения систем линейных уравнений	Определители 2-го, 3-го и высших порядков. Матрицы и действия над ними. Решение систем линейных уравнений.
2	Элементы векторной алгебры	Векторы в пространстве $R^3$ . Скалярное произведение векторов. Векторное и смешанное произведения векторов.
3	Элементы аналитической геометрии	Уравнение прямой на плоскости. Уравнение плоскости. Уравнение прямой в пространстве. Кривые второго порядка. Поверхности второго порядка.
4	Линейные пространства	Линейное пространство. Линейная зависимость и линейная независимость векторов. Нахождение размерности и базиса линейного пространства. Координаты вектора. Переход от одного базиса к другому. Неравенство треугольника, неравенство Коши-Буняковского. Скалярное произведение векторов в евклидовом пространстве и его применение.
5	Линейные отображения	Матрица линейного отображения. Связь между координатами вектора и его образа. Характеристическое уравнение отображения и собственные векторы линейного отображения. Приведение матрицы линейного отображения к диагональному виду.
6	Квадратичные формы	Приведение квадратичной формы к каноническому виду.

#### Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала.

2. При подготовке к практическим занятиям, прежде всего, необходимо решить домашнее задание, а затем изучить необходимый теоретический минимум к следующему практическому заданию. При решении задач полезно пользоваться книгами, которые называются «Руководство к решению задач».

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации

преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7.Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Основные методы решения систем линейных уравнений	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, решение задач, контрольная работа
Элементы векторной алгебры	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, решение задач, контрольная работа
Элементы аналитической геометрии	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, решение задач, контрольная работа
Линейные пространства	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, решение задач, контрольная работа
Линейные отображения	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, решение задач, контрольная работа
Квадратичные формы	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, решение задач, контрольная работа

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

*Типовые тестовые задания:*

**К разделу 1. Основные методы решения систем линейных уравнений.**

	Вопрос теста	Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	<i>Определитель</i>	-14
	$\begin{vmatrix} -2 & 5 \\ 4 & -3 \end{vmatrix}$	26
		-10
	<i>равен ...</i>	-22
Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	<i>Определитель</i>	-5
	$\begin{vmatrix} -3 & -2 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 2 & -1 & 1 \end{vmatrix}$	5
		-1
		1
	<i>равен ...</i>	-3
Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции	<i>Алгебраическое дополнение <math>A_{14}</math> определителя равно...</i>	-5
		5
	$\begin{vmatrix} 1 & -3 & -2 & 1 \end{vmatrix}$	-1
		1

	$\begin{matrix} 2 & 0 & 1 & 0 \\ 6 & 2 & -1 & 1 \\ 5 & -3 & -1 & 1 \end{matrix}$ <p>равно...</p>	-25
	Вопрос теста	Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	<p>Даны матрицы</p> $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 4 & 1 & 3 \end{pmatrix} \text{ и}$ $B = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 1 & 2 \\ 9 & 6 \end{pmatrix}$ <p>Отметьте, какие из операций существуют.</p>	<input type="checkbox"/> $A + B$ <input checked="" type="checkbox"/> $A + B^T$ <input checked="" type="checkbox"/> $A^T + B$ <input checked="" type="checkbox"/> $A \cdot B$ <input checked="" type="checkbox"/> $B \cdot A$ <input type="checkbox"/> $A^T \cdot B$ <input type="checkbox"/> $A \cdot B^T$
Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	<p>Дополните</p> $A = \begin{pmatrix} 2 & -3 \\ 4 & 5 \end{pmatrix},$ $B = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 5 \\ 4 & -1 & 8 \end{pmatrix}$ <p>Элемент <math>c_{23}</math> матрицы <math>C = A \cdot B</math> равен ...</p>	-5
Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции	<p>Дано</p> $f(x) = 3x^2 + 2x - 6,$ $A = \begin{pmatrix} 0 & 10 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}$ <p>Тогда <math>F(A)</math> равно...</p>	40 5 -1 1 -25

	Вопрос теста	Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	<p>Дополните</p> $\begin{cases} x + 2y = 8 \\ 2x + 3y = 5 \end{cases}$ <p>Определитель системы линейных уравнений равен...</p>	-1
Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	<p>Для решения системы линейных уравнений</p> $\begin{cases} x + y + z = 1 \\ x - y + 4z = 1 \\ 3x + 3y - 2z = 2 \end{cases}$ <p>найлены определители</p> $\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 4 \\ 3 & 3 & -2 \end{vmatrix} = 10, \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 4 \\ 2 & 3 & -2 \end{vmatrix} = 5,$ $\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 4 \\ 3 & 2 & -2 \end{vmatrix} = 3, \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 \\ 3 & 3 & 2 \end{vmatrix} =,$ <p>тогда по методу Крамера неизвестное <math>x</math> равно ...</p>	Правильные ответы: 0,5; 0,5; 1/2;

## К разделу 2. Элементы векторной алгебры.

	Вопрос теста	Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	Установите последовательность векторов в порядке возрастания их модулей. <b>1:</b> $\vec{i} + \vec{j}$ <b>2:</b> $\vec{i} - \vec{j} - \vec{k}$ <b>3:</b> $2\vec{i} - 3\vec{j} - \vec{k}$ <b>4:</b> $5\vec{i} + 2\vec{j}$	
Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	Даны векторы $\vec{a} = \vec{i} - \vec{j} + 3\vec{k}, \vec{b} = \vec{i} + 4\vec{k}$ Если вектор $\vec{c} = \vec{a} - 3\vec{b}$ то его координаты ...	<input type="checkbox"/> (-2; -1; -1) <input type="checkbox"/> (-2; -1; 7) <input type="checkbox"/> (4; -1; 7) <input checked="" type="checkbox"/> (-2; -1; -9)
Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции	Упрощение выражения $\overline{AE - DE + DB + DC + CB + BD}$ приводит его к виду...	<input type="checkbox"/> $\overline{\hat{A}A}$ <input type="checkbox"/> $\overline{A\hat{N}}$ <input checked="" type="checkbox"/> $\overline{A\hat{A}}$ <input type="checkbox"/> $\overline{DA}$

	Вопрос теста	Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	Даны векторы $\vec{a} = \vec{i} + 2\vec{j}$ $\vec{b} = \vec{j} - 4\vec{k}$ $\vec{a} \cdot \vec{b} = \dots$	<input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> $-8\vec{i} + 4\vec{j} + \vec{k}$ <input type="checkbox"/> $-8\vec{i} - 4\vec{j} + \vec{k}$ <input type="checkbox"/> $8\vec{i} - 4\vec{j} + \vec{k}$
Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	Отметьте все правильные ответы Векторы $\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k}$ и $\vec{b} = b_x \vec{i} + b_y \vec{j} + b_z \vec{k}$ коллинеарны, если ...	<input checked="" type="checkbox"/> $\vec{a} = \lambda \vec{b}$ <input type="checkbox"/> $a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z = 0$ <input checked="" type="checkbox"/> $\frac{a_x}{b_x} = \frac{a_y}{b_y} = \frac{a_z}{b_z}$ <input type="checkbox"/> $\vec{a} \cdot \vec{b} = 0$ <input checked="" type="checkbox"/> $\begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix} = \vec{0}$ <input checked="" type="checkbox"/> $\vec{a} \times \vec{b} = \vec{0}$
Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции	Отметьте ВСЕ правильные ответы. С помощью скалярного произведения можно выразить ...	<input checked="" type="checkbox"/> работу силы <input type="checkbox"/> момент силы <input checked="" type="checkbox"/> условие перпендикулярности векторов

		<input type="checkbox"/> условие коллинеарности векторов <input checked="" type="checkbox"/> проекцию вектора на направление другого вектора <input type="checkbox"/> площадь треугольника <input type="checkbox"/> площадь параллелограмма <input type="checkbox"/> линейную скорость точек вращающегося твёрдого тела
--	--	---

	Вопрос теста	Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	Даны векторы $\vec{a} = 5\vec{j} - \vec{k}$ $\vec{b} = 2\vec{i} + \vec{j}$ $\vec{a} \times \vec{b} = \dots$	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> $\vec{i} - 2\vec{j} - 10\vec{k}$ <input type="checkbox"/> $\vec{i} + 2\vec{j} - 10\vec{k}$ <input type="checkbox"/> $-\vec{i} - 2\vec{j} - 10\vec{k}$
Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	Установите соответствие между взаимным расположением векторов и возможным результатом действий над ними  векторы образуют острый угол $\vec{a} \cdot \vec{b} = 9$ векторы коллинеарны $\vec{a} \cdot \vec{b} =  \vec{a}  \cdot  \vec{b} $ векторы не компланарны $(\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}) = 4$	
Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции	$\vec{a} = 4\vec{i} + \vec{j}$ , $\vec{b} = 2\vec{i} + 5\vec{j} + \vec{k}$ , $\vec{c} = -\vec{i} + 4\vec{j}$ Векторы $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ ...	<input type="checkbox"/> образуют правую тройку <input checked="" type="checkbox"/> образуют левую тройку <input type="checkbox"/> компланарны

### К разделу 3. Элементы аналитической геометрии.

	Вопрос теста	Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	Дополните Расстояние между точками A(5; -3) и B(2; 1) равно...	5
Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	Даны точки A(2; 8) и B(4; 8) и точка B – середина отрезка AC. Тогда координаты точки C ...	(3; 8) (1; 0) (6; 8) (6; 16)
Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции	Даны точки A(2; 8) и B(4; 8). Ордината точки C, делящей отрезок AB, в отношении $\lambda = -2$ , равна ...	-6 8 0 -8

	Вопрос теста	Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	Прямая проходит через точки $O(0; 0)$ и $B(1; -2)$ . Угловой коэффициент этой прямой равен ...	<input type="checkbox"/> 0,5 <input type="checkbox"/> -0,5 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> -2
Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	<i>Дополните</i> Вектор $\vec{n} = \{p; -9\}$ параллелен прямой $2x + 3y + 6 = 0$ . Тогда значение $p$ равно ...	-6
Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции	<i>Установите соответствие</i> Пары прямых $7x - 3y + 4 = 0, 7x + 2y - 1 = 0,$ $7x - 3y + 4 = 0, 14x - 6y + 7 = 0,$ $7x - 3y + 4 = 0, 3x + 7y + 4 = 0,$ $7x - 3y + 4 = 0, 14x - 6y + 8 = 0$ пересекаются параллельны перпендикулярны совпадают	

	Вопрос теста	Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	<i>Отметьте В С Е правильные ответы.</i> Плоскость задана уравнением $2x + 3y - z - 4 = 0$ . Нормальным вектором этой плоскости будет вектор с координатами ...	<input type="checkbox"/> (2; 3; 1) <input checked="" type="checkbox"/> (4; 6; -2) <input checked="" type="checkbox"/> (2; 3; -1) <input checked="" type="checkbox"/> (-2; -3; 1) <input type="checkbox"/> (3; -1; 4) <input type="checkbox"/> (3; -1; -4)
Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	<i>Укажите соответствие между уравнением плоскости и её положением в пространстве</i> Плоскость $y + 3z = 0$ проходит через ось Ох Плоскость $2z + 9 = 0$ параллельна плоскости Оху Плоскость $5\tilde{y} + 12 = 0$ параллельна плоскости Оуz Плоскость проходит через ось Oz Плоскость проходит через ось Оу Является плоскостью Оху	
Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции	<i>Дополните</i> Плоскость $2x + 3y - 5z - 45 = 0$ отсекает на оси аппликат отрезок, равный...	9 -9 15 -15

	Вопрос теста	Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	<i>Дополните</i> Вектор $\vec{s} = \{4; p; 0\}$ коллинеарен прямой $\frac{x-3}{2} = \frac{y+1}{-7} = \frac{z-1}{0}$ . Тогда значение $p$ равно ...	-14
Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	Прямая $\begin{cases} x = 3t - 1, \\ y = -2t + 3, \\ z = 5t + 2 \end{cases}$ имеет направляющий вектор...	$\{1; -3; -2\}$ $\{-1; 3; 2\}$ $\{3; -2; 5\}$ $\{-3; 2; -5\}$
Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции	<i>Дополните</i> Прямая и плоскость $\begin{cases} x = 3t - 1, \\ y = -2t + 3, \\ z = 5t + 2 \end{cases}$ $7x + my + 8z - 9 = 0$ параллельны при значении $m$ , равном...	10,5

	Вопрос теста	Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	<i>Дополните</i> Расстояние между фокусами эллипса $\frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{12} = 1$ равно...	4
Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	<i>Для каждого уравнения отметьте задаваемый этим уравнением объект</i> Окружность $x^2 + y^2 = 100$ Эллипс $25x^2 + 4y^2 = 100$ Гипербола $25x^2 - 4y^2 = 100$ Парабола $25x^2 - 4y = 100$ Точка $25x^2 + 4y^2 = 0$ Пустое множество $25x^2 + 4y^2 = -100$ Пара пересекающихся прямых $25x^2 - 4y^2 = 0$ Прямая $25x - 4y = 100$	

Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции	<p style="text-align: center;"><i>Дополните</i></p> <p>Расстояние между фокусами гиперболы</p> $\frac{x^2}{9} - \frac{y^2}{16} = 1$ <p style="text-align: center;">равно...</p>	10
---	---	----

	Вопрос теста	Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	<p style="text-align: center;"><i>Дополните</i></p> <p>Абсцисса центра эллипса</p> $\frac{(x+2)^2}{16} + \frac{(y-3)^2}{12} = 1$ <p>равна...</p>	-2
Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	Даны точки $M(-7; 2)$ и $N(3; -2)$ . Координаты точки $N$ в новой системе, для которой точка $M$ служит началом, ...	$(-10; 4)$ $(10; -4)$ $(10; -4)$ $(10; -4)$
Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции	<p><i>Отметьте В С Е правильные ответы.</i></p> <p>Угол, на который следует совершить поворот системы координат для того, чтобы в новой системе уравнение кривой <math>xу = 3</math> приняло канонический вид, ...</p>	$\frac{\pi}{2}$ $\frac{\pi}{3}$ $\frac{\pi}{4}$ $-\frac{\pi}{2}$ $-\frac{\pi}{4}$ $-\frac{\pi}{3}$

	Вопрос теста	Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	<p><i>Отметьте ВСЕ правильные ответы.</i></p> <p>Поверхностями второго порядка являются</p> <input checked="" type="checkbox"/> $xz = 0$ <input type="checkbox"/> $xyz = 0$ <input checked="" type="checkbox"/> $x^2 + 2xy + 2y^2 - y = 0$ <input checked="" type="checkbox"/> $2xz - y = 0$ <input type="checkbox"/> $z^3 + xz + x^4 = 0$ <input type="checkbox"/> $x^2z^2 + 2y^2 - z = 0$ <input checked="" type="checkbox"/> $x^2 + z^2 = y^2$	
Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	<p><i>Отметьте ВСЕ правильные ответы.</i></p> <p>Цилиндрическими являются поверхности ...</p> <input checked="" type="checkbox"/> $xz = 0$ <input type="checkbox"/> $xyz = 0$ <input checked="" type="checkbox"/> $x^2 + 2xy + 2y^2 - y = 0$ <input type="checkbox"/> $x^2 + 2xz + 2y^2 - y = 0$ <input checked="" type="checkbox"/> $z^3 + xz + x^4 = 0$ <input type="checkbox"/> $x^2 + 2xy + 2y^2 - z = 0$	

	$\square x^2 + z^2 + y^2 = 0$	
Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции	<i>Отметьте ВСЕ правильные ответы.</i> Поверхностями вращения являются ...	<input checked="" type="checkbox"/> $x^2 + y^2 - 2z^2 = 1$ <input type="checkbox"/> $x^2 + 2y^2 + 3z^2 = 1$ <input checked="" type="checkbox"/> $x^2 - 2y^2 - 2z^2 = 1$ <input type="checkbox"/> $x^2 - y^2 = 2z$ <input checked="" type="checkbox"/> $x^2 + y^2 = 2z$ <input checked="" type="checkbox"/> $x^2 + z^2 + y^2 = 0$

#### К разделу 4. Линейные пространства.

	Вопрос теста	Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	Линейным вещественным пространством является...	1) множество всех вещественных квадратных матриц 2) множество всех вещественных квадратных матриц размера $m \times n$ 3) множество всех связанных векторов единичной длины 4) множество всех векторов, коллинеарных фиксированной прямой 5) множество всех сходящихся последовательностей 6) множество всех расходящихся последовательностей
Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	<i>Дополните</i> Множество всех векторов, коллинеарных фиксированной прямой, является линейным пространством размерности...	1
Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции	<i>Дополните</i> Множество всех многочленов степени не выше 10 является линейным пространством размерности...	11

	Вопрос теста	Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	<i>Отметьте правильные ответы</i> Норма вектора $\vec{a} = \{0; \lambda; -2; 3\}$ в пространстве $R^4$ равна $\sqrt{29}$ , если $\lambda$ имеет значение ...	5 4 -4 5

Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	<p><i>Отметьте правильные ответы</i></p> <p>В пространстве <math>R^4</math> вектор</p> $\vec{a} = \left\{ -\frac{2}{3}; \frac{\lambda}{3}; 0; \frac{1}{3} \right\}$ <p>является нормированным, если <math>\lambda</math> имеет значение ...</p>	<p>-2</p> <p>4</p> <p>2</p> <p><math>2\sqrt{3}</math></p>
Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции	<p>В пространстве <math>R^4</math> векторы <math>\vec{e}_1 = \{1; 1; 1; 2\}</math> и <math>\vec{e}_2 = \{1; \lambda; 3; -3\}</math> являются ортогональными, если <math>\lambda</math> имеет значение ...</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>-2</p> <p>-3</p>

### К разделу 5. Линейные отображения.

	Вопрос теста	Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	<p><i>Дополните</i></p> <p>Ранг линейного преобразования, матрица которого</p> $A = \begin{pmatrix} -1 & 2 & 1 \\ 3 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ <p>равен ...</p>	3
Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	<p><i>Дополните</i></p> <p>Дефект линейного преобразования, матрица которого</p> $A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ <p>равен ...</p>	3
Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции	<p><i>Дополните</i></p> <p>В пространстве <math>R^3</math> дано линейное преобразование, ортогонально проектирующее любой вектор этого пространства на плоскость <math>Oxy</math>. Дефект оператора этого преобразования равен...</p>	1

	Вопрос теста	Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	<p>Собственные значения собственных векторов линейного преобразования, заданного в некотором базисе матрицей</p> $\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 4 & 5 \end{pmatrix}$ <p>могут быть найдены из уравнения ...</p>	

	$\square \begin{vmatrix} 2+\lambda & 3 \\ 4 & 5+\lambda \end{vmatrix} = 0$ $\checkmark \begin{vmatrix} 2-\lambda & 3 \\ 4 & 5-\lambda \end{vmatrix} = 0$ $\square \begin{vmatrix} 2 & 3+\lambda \\ 4+\lambda & 5 \end{vmatrix} = 0$ $\square \begin{vmatrix} 2 & 3-\lambda \\ 4-\lambda & 5 \end{vmatrix} = 0$	
Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	Дано характеристическое уравнение $k^2 - 4 = 0$ матрицы. Тогда матрица может иметь вид ... $\checkmark \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 3 & -1 \end{pmatrix}$ $\square \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -2 & 1 \end{pmatrix}$ $\square \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$ $\square \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$	
Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции	<i>Отметьте ВСЕ правильные ответы.</i>  Линейное преобразование задано в некотором базисе матрицей $\begin{pmatrix} 1 & -3 & 1 \\ 3 & -3 & -1 \\ 3 & -5 & 1 \end{pmatrix}$ .  Её собственные значения ...	-1 1 2 -2 3 -3

### К разделу 6. Квадратичные формы.

		Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	Задана матрица $A = \begin{pmatrix} 5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \\ 0 & 3 & 4 \end{pmatrix}$ .  Соответствующая данной матрице квадратичная форма имеет вид ...	$5x_1^2 + 4x_3^2 + 3x_2 + 3x_3$ $5x_1^2 + 3x_2^2 + 4x_3^2 + 3x_2x_3$ $5x_1^2 + 4x_3^2 + 6x_2x_3$ $5x_1^2 + 4x_3^2 - 3x_2 - 3x_3$
Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	Матрица квадратичной формы $f(x_1, x_2) = 2x_1x_2$ имеет вид...	$\begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} 0 & 2 \\ 2 & 0 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$
Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции	<i>Отметьте ВСЕ правильные ответы.</i>  Матрица, соответствующая некоторой квадратичной форме, имеет вид...	$\begin{pmatrix} 2 & 1 & 2 \\ 0 & 3 & 4 \\ 2 & 4 & 5 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} 1 & -2 & -2 \\ -2 & 3 & 0 \\ -2 & 0 & 5 \end{pmatrix}$

		$\begin{pmatrix} 2 & 1 & 2 \\ -1 & 3 & 4 \\ 2 & 4 & 5 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & 4 \\ 2 & 4 & 5 \end{pmatrix}$
--	--	--	---

	Вопрос теста	Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» или низкой уровень освоения компетенции	Знакоопределённым и не являются следующие квадратичные формы...	$x_1^2 + 2x^2 - 2x_1x_2$ $x_1^2 + 2x_3^2 - 6x_1x_2$ $2x_1^2 + x_2^2 + 3x_3^2 + 4x_1x_2$ $2x_1^2 + x_2^2 + 5x_3^2 + 2x_1x_2 - 2x_1x_3 + 2x_2x_3$ $-x_1^2 - 4x_2^2 + 2x_1x_2$ $12x_1x_2 - 12x_1x_3 + 6x_2x_3 - 11x_1^2 - 6x_2^2 - 6x_3^2$
Оценка «хорошо» или повышенный уровень освоения компетенции	Положительно определёнными являются следующие квадратичные формы...	$2x_1^2 + x_2^2 + 3x_3^2 + 4x_1x_2$ $x_1^2 + 2x^2 - 2x_1x_2$ $x_1^2 + 2x_3^2 - 6x_1x_2$ $2x_1^2 + x_2^2 + 5x_3^2 + 2x_1x_2 - 2x_1x_3 + 2x_2x_3$ $-x_1^2 - 4x_2^2 + 2x_1x_2$ $12x_1x_2 - 12x_1x_3 + 6x_2x_3 - 11x_1^2 - 6x_2^2 - 6x_3^2$
Оценка «отлично» или высокий уровень освоения компетенции	Отрицательно определёнными являются следующие квадратичные формы...	$2x_1^2 + x_2^2 + 5x_3^2 + 2x_1x_2 - 2x_1x_3 + 2x_2x_3$ $x_1^2 + 2x^2 - 2x_1x_2$ $x_1^2 + 2x_3^2 - 6x_1x_2$ $2x_1^2 + x_2^2 + 3x_3^2 + 4x_1x_2$ $-x_1^2 - 4x_2^2 + 2x_1x_2$ $12x_1x_2 - 12x_1x_3 + 6x_2x_3 - 11x_1^2 - 6x_2^2 - 6x_3^2$

### Типовые задания практических работ

1. Выполнить действия:  $(3B)^2 - 2(BA^{-1} - E)^T$ ,  $A = \begin{pmatrix} 0 & -2 \\ 1 & -3 \end{pmatrix}$ ,  $B = \begin{pmatrix} 5 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$ .

2. Решить неравенство  $\begin{vmatrix} x & 2 & 3 & 1 \\ 4 & 1 & 2 & -2 \\ -1 & 1 & 1 & 2 \\ 3 & 4 & 1 & 2 \end{vmatrix} \leq -50$

3. Решить систему линейных уравнений с помощью обратной матрицы:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 0 \\ 3x_1 + 2x_2 - 2x_3 = -1 \\ 3x_1 + 4x_2 + x_3 = 1 \end{cases}$$

4. Найти ранг матрицы при всевозможных значениях параметра  $\lambda$ :

$$\begin{pmatrix} 3 & 3 & -1 & 5 \\ -1 & -2 & -1 & 3 \\ -4 & -5 & \lambda & -2 \\ -7 & -8 & 1 & \lambda - 7 \end{pmatrix}$$

5. Найти все решения системы линейных уравнений

$$\begin{cases} x_1 - x_2 + 4x_3 + 3x_4 = 0 \\ 3x_1 - 2x_2 + x_3 + 2x_5 = 1 \\ 2x_1 - x_2 - 3x_3 - 3x_4 + 2x_5 = 1 \end{cases}.$$

6. Исследовать и решить систему уравнений

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 - 3x_3 + 4x_4 + x_5 = 2 \\ -3x_1 + 2x_2 + 5x_3 - \alpha x_4 - x_5 = 2 \\ x_2 + x_3 - 2x_4 + x_5 = -5\beta \end{cases}.$$

7. Решить матричное уравнение

$$X \cdot \begin{vmatrix} 2 & 2 & -1 \\ 2 & -1 & 2 \\ -1 & 2 & +2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 5 & 5 & 2 \\ 5 & 8 & -1 \end{vmatrix}.$$

8. В ортонормированном базисе даны векторы  $\vec{a} \{1, 4, 1\}$ ,  $\vec{b} \{2, 1, 3\}$ ,  $\vec{c} \{-2, 0, 3\}$ . Найти вектор  $\vec{y}$ ,  $\vec{y} \perp \vec{a}$ ,  $(\vec{y}, \vec{c}) = 2$ ,  $(\vec{y}, \vec{b}) = 9$ .

9. Данные векторы  $\vec{a}_1 = (1, 0, 1, 1)^T$ ,  $\vec{a}_2 = (1, 3, 1, 2)^T$ ,  $\vec{a}_3 = (2, 0, 1, 2)^T$ ,  $\vec{a}_4 = (1, -1, -1, 0)^T$  образуют базис в пространстве столбцов. Найти в этом базисе координаты вектора  $\vec{b} = (3, -10, -4, -3)^T$ .

10. Найти размерность и базис линейной оболочки векторов

$$a_1 = (1, -1, 2, 1)^T, a_2 = (1, 2, 1, -1)^T, a_3 = (0, 3, -1, -2)^T, a_4 = (3, 3, 4, -1)^T, a_5 = (1, -4, 3, 3)^T$$

в  $R^4$ , выразить небазисные векторы через базисные.

11. Найти матрицу перехода  $C_{e \rightarrow e'}$ , от базиса  $e_1 = (-2, 1, -1)^T$ ,  $e_2 = (1, -1, 3)^T$ ,  $e_3 = (1, 2, -1)^T$  к базису  $e'_1 = (-1, 2, 3)^T$ ,  $e'_2 = (2, 1, 2)^T$ ,  $e'_3 = (0, 2, 1)^T$  в линейном пространстве  $R^3$  и определить координаты вектора  $x = -e'_1 + 3e'_2 - e'_3$  в базисе  $e_1, e_2, e_3$ .

12. Найти матрицу линейного оператора, переводящего векторы  $a_1 = (2, 5)^T$ ,  $a_2 = (1, 3)^T$  соответственно в векторы  $b_1 = (7, -4)^T$ ,  $b_2 = (2, -1)^T$  в базисе, в котором даны координаты векторов.

13. В базисе  $e_1 = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix}$ ,  $e_2 = \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \end{pmatrix}$  линейный оператор  $\varphi$  имеет матрицу  $A = \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ -3 & 4 \end{pmatrix}$ .

Найти матрицу оператора  $\varphi$  в базисе  $e'_1 = \begin{pmatrix} 4 \\ 3 \end{pmatrix}$ ,  $e'_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ .

14. Найти собственные векторы и собственные значения линейного оператора, заданного в некотором базисе матрицей  $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 5 & 4 \end{pmatrix}$ , привести ее к диагональному виду.

15. Вычислить матрицу  $A^{2011}$ , где  $A = \begin{pmatrix} 3 & -1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$ .

16. В евклидовом пространстве  $R^4$  (со стандартным скалярным произведением) дано подпространство  $L = \langle a_1 = (1, -1, 1, 1)^T, a_2 = (1, 4, -1, 0)^T \rangle$ . Разложить вектор  $x = (2, 1, -2, 0)^T$  на сумму ортогональной проекции на  $L$  и ортогональной составляющей; найти расстояние от вектора  $x$  до  $L$  и угол между  $x$  и  $L$ .

17. Построить при помощи процесса ортогонализации ортонормированный базис линейной оболочки векторов  $a_1 = (1, 2, 1)^T, a_2 = (3, 4, 1)^T, a_3 = (1, -3, -1)^T$ .

18. Найти ортонормированный базис из собственных векторов симметричной матрицы

$$\begin{pmatrix} 2 & -1 & 1 \\ -1 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & 2 \end{pmatrix}$$

19. Привести квадратичную форму  $k = x_1^2 - 6x_1x_2 - 2x_1x_3 + x_2^2 + 2x_2x_3 + 5x_3^2$

а) к каноническому виду; б) к главным осям

посредством ортогональной замены координат. Определить ранг и индексы инерции.

20. Исследовать квадратичную форму  $k = \alpha x_1^2 - 2x_1x_2 - 4x_1x_3 - x_2^2 + 2x_2x_3 - 2x_3^2$  на положительную или отрицательную определенность в зависимости от параметра  $\alpha$ .

## Типовые задания контрольных работ.

### Контрольная работа по теме «Элементы аналитической геометрии».

#### Вариант 1

№ 1. Даны вершины треугольника  $A(-2; 0)$ ,  $B(3; -1)$ ,  $C(4; -2)$ . Составить уравнение медианы  $BM$ , уравнение высоты  $CH$ , найти косинус угла между медианой  $BM$  и высотой  $CH$ .

№ 2. Даны две прямые  $3x - y - 4 = 0$  и  $x = -t + 5$ ,  $y = 2t - 3$ . Найти: а) точку пересечения прямых, б) уравнения биссектрис углов между прямыми.

№ 3. Найти точку  $Q$ , симметричную точке  $P(9; 3; 1)$  относительно плоскости  $x + 2y - 3z + 2 = 0$ .

№ 4. Дан куб  $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ , с ребром, равным единице. Найти расстояние между плоскостями  $AB_1 D_1$  и  $BC_1 D$ .

### Контрольная работа по теме «Линейные пространства и линейные отображения».

#### Вариант 1

№ 1. Найти координаты вектора  $\bar{x} = \bar{e}_1 + \bar{e}_2 - 3\bar{e}_3$  в базисе, состоящем из векторов

$$\bar{a}_1 = \bar{e}_1 + \bar{e}_2 + \bar{e}_3, \bar{a}_2 = 2\bar{e}_1 - \bar{e}_3, \bar{a}_3 = \bar{e}_2 + 2\bar{e}_3$$

№ 2. Пусть в пространстве  $L$  линейный оператор  $\varphi$  задан матрицей

$$A = \begin{pmatrix} -1 & 3 & -1 \\ -3 & 5 & -1 \\ -3 & 3 & 1 \end{pmatrix}$$

Найти собственные значения и собственные векторы оператора  $\varphi$ .

№ 3. Исследовать на знакоопределенность квадратичную форму

$$q(x_1, x_2, x_3) = -3x_1^2 - 4x_2^2 - x_3^2 + 4x_1x_2 + 2x_1x_3$$

### Вопросы для промежуточного контроля.

1. Определение определителей 2-ого и 3-его порядков. Свойства определителей.
2. Минор элемента определителя. Алгебраическое дополнение элемента определителя. Теорема о разложении определителя по элементам строки или столбца.
3. Матрицы. Операции над матрицами (сложение, вычитание, умножение на число). Согласованные матрицы. Произведение матриц.
4. Невырожденная матрица. Обратная матрица, Транспонированная матрица. Союзная матрица. Теорема о нахождении обратной матрицы.
5. Минор матрицы. Ранг матрицы. Матрица системы, расширенная матрица системы. Решение систем матричным методом.
6. Решение системы линейных уравнений (определение). Совместная система. Решение систем методом Крамера.
7. Теорема Кронекера-Капелли о совместности системы.
8. Базисный минор матрицы. Базисные и свободные неизвестные системы линейных уравнений. Фундаментальная система решений линейных однородных уравнений.
9. Определение линейного пространства.
10. Следствия из определения с доказательством.
11. Определение системы линейно-независимых векторов.
12. Размерность линейного пространства.
13. Базис линейного пространства.
14. Теорема о разложении вектора по базису. Координаты вектора.
15. Переход к новому базису. Матрица перехода. Контргradientная матрица.
16. Евклидово пространство.
17. Длина вектора, угол между векторами.
18. Свойства евклидова пространства.
19. Ортогональный базис.
20. Проекция точки на ось, компонента вектора по оси, проекция вектора на ось.
21. Свойства проекций вектора.
22. Операции над векторами в координатной форме. Признак коллинеарности векторов.
23. Свойства скалярного произведения векторов.
24. Различные виды уравнений прямой на плоскости.
25. Общее уравнение плоскости.

26. Уравнения прямой в пространстве.
27. Кривые второго порядка.
28. Поверхности второго порядка.
29. Оператор. Линейный оператор. Образ, прообраз.
30. Линейное преобразование в матричной форме. Матрица линейного преобразования.
31. Изменение матрицы линейного преобразования при замене базиса. Подобная матрица.
32. Ортогональные преобразования.
33. Аффинные преобразования.
34. Собственные векторы и собственные значения матрицы.
35. Характеристическое уравнение матрицы. Теорема о независимости матрицы линейного преобразования от базиса.
36. Квадратичная форма  $n$  переменных. Канонический вид. Теорема о приведении к каноническому виду.
37. Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра.

**Пример экзаменационного билета:**

**ФГАОУ ВО Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта»  
Институт физико-математических наук и информационных технологий**

**Билет № 1**

*по дисциплине «Аналитическая геометрия и линейная алгебра»*

1. Определение определителей 2-ого и 3-его порядков. Свойства определителей.
2. Собственные векторы и собственные значения матрицы.
3. Задача

Утверждено на заседании Учебно-методического совета ИФМНИИТ

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_\_ Председатель совета А.А.Шпилевой

**8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания**

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100

Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

### **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

#### **Основная литература**

1. Заболотский, В. С. Линейная алгебра и аналитическая геометрия (учебный комплекс) : учебное пособие / В.С. Заболотский. — 2-е изд., стер. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 309 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-110519-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1872461>

#### **Дополнительная литература**

1. Беклемишев, Д. В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры : учебник для вузов / Д. В. Беклемишев. - 12-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 312 с. - ISBN 978-5-9221-0979-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1913526>
2. Артамонов, В. А. Линейная алгебра и аналитическая геометрия : курс лекций для экономических специальностей / В. А. Артамонов. - Москва : Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2012. - 224 с. - ISBN 978-5-7749-0720-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1405817>

### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН

- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## 1. Наименование дисциплины – «Векторный и тензорный анализ».

**Целью** освоения дисциплины «Векторный и тензорный анализ» является изучение студентами основ одного из наиболее важных для физической науки разделов математики - векторного и тензорного анализа с целью заполнения пробела, существующего между традиционными математическими дисциплинами и дисциплинами теоретической физики, и подготовки студентов к лучшему восприятию последних, а также изложение математических методов, используемых в курсе общей физики, прежде всего в разделе «Электричество и магнетизм».

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен использовать знания в области физики, математики и инженерии для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Демонстрирует знания законов физики и математического аппарата. ОПК-1.2. Решает физические и инженерные задачи, используя математический аппарат. ОПК-1.3. Решает задачи профессиональной деятельности через решение фундаментальных физических и инженерных задач.	<b>Знать:</b> определение отдельного вектора и векторного поля; правило преобразования компонент векторов при повороте декартовой системы координат; критерии потенциальности и соленоидальности векторного поля; определение оператора Лапласа, коэффициентов Ламэ; определение тензора произвольного ранга и все допустимые операции над отдельными тензорами, результатом которых является тензорная величина определенного ранга; основные свойства симметричных вещественных тензоров второго ранга; физический смысл уравнений математической физики, содержащих оператор Лапласа: уравнения диффузии и уравнения, связывающего скалярный потенциал электромагнитного поля с плотностью электрического заряда; физический смысл собственных значений и построенных из последних инвариантных скалярных величин. <b>Уметь:</b> вычислять дивергенцию и ротор векторного поля; вычислять их поток и циркуляцию, понимать физический смысл основных интегральных теорем векторного анализа; вычислять результат действия оператора Лапласа на скалярные и векторные поля, как в декартовой

		<p>прямоугольной системе координат, так и в произвольной криволинейной ортогональной системе координат; вычислять компоненты тензора любого в повернутой относительно исходной системе координат; вычислять их собственные значения и компоненты их собственных векторов.</p> <p><b>Владеть:</b> применением теорем векторного анализа к физическим задачам электродинамики; навыками применения основных теорем векторного анализа к физическим задачам.</p>
<p>ОПК-2. Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.</p>	<p>ОПК-2.1. Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из области физико-математических наук и инженерии.</p> <p>ОПК-2.2. Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии.</p> <p>ОПК-2.3. Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b> Современные методы и подходы в инженерии, применимые для проектирования решений научно-исследовательских задач с использованием знаний векторного и тензорного анализа.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить поиск и анализ научно-технической информации для выявления актуальных исследовательских проблем с использованием знаний векторного и тензорного анализа.</p> <p><b>Владеть:</b> Способностью интегрировать знания из векторного и тензорного анализа для решения практических задач в различных сферах деятельности.</p>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина “Векторный и тензорный анализ” представляет собой дисциплину *обязательной* части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в

период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### **5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)**

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела</b>	<b>Содержание раздела</b>
1	Векторы и тензоры. Преобразования векторов и тензоров при поворотах систем координат.	Преобразования вектора при повороте системы координат. Взаимный базис. Ковариантные и контравариантные компоненты вектора. Тензоры и операции над ними. Ковариантные и контравариантные компоненты тензора. Элементы тензорной алгебры (сложение, поднятие и опускание индекса, транспонирование, свертка, тензорное произведение). Собственные значения и собственные векторы тензора. Инварианты. Представление о псевдотензоре.

2	Скалярные и векторные величины и поля	<p>Определения скалярного и векторного полей. Линии уровня и эквипотенциальные поверхности. Производная по направлению, градиент. Свойства градиента. Оператор «набла». Разложение в ряд Тейлора. Изображение векторного поля с помощью векторных линий. Уравнение векторных линий. Плоское и центральное векторные поля. Линейный интеграл от векторного поля. Свойства линейного интеграла. Вычисление линейного интеграла. Циркуляция вдоль контура.</p> <p>Потенциальное поле. Признак потенциальности поля. Вычисление линейного интеграла от потенциального поля.</p>
3	Дивергенция и поток векторного поля. Теорема Остроградского-Гаусса.	<p>Определение дивергенции векторного поля. Поток векторного поля. Теорема Остроградского-Гаусса. Приложения к теории несжимаемой жидкости и задачам электростатики. Векторная трубка. Соленоидальное поле.</p>
4	Ротор векторного поля и циркуляция. Теорема Стокса.	<p>Определение ротора (вихря) векторного поля. Формулы для вычисления ротора. Теорема Стокса. Независимость линейного интеграла от пути интегрирования. Формулы Грина, Стокса. Физические приложения ротора векторного поля. Векторный потенциал. Формулы Грина.</p>
5	Дифференциальные операторы второго порядка.	<p>Дифференциальные операции второго порядка. Оператор Лапласа.</p>
6	Дифференциальные операторы в индексных обозначениях.	<p>Символ Кронекера. Символ Леви-Чивита. Свертка символов Леви-Чивита. Правила суммирования Эйнштейна. Представление скалярного и векторного произведений в индексной форме. Градиент, дивергенция и ротор в индексной форме.</p>
7	Дифференциальные операторы в криволинейных координатах.	<p>Примеры ортогональных криволинейных координат (цилиндрические, сферические). Координатные поверхности. Координатные линии. Базисные вектора. Представление о тетрадах. Проекция вектора на оси криволинейных координат. Коэффициенты Ламэ. Элемент объема, площади и линейный элемент в криволинейных координатах. Метрический тензор. Метрика. Градиент, дивергенция, оператор Лапласа и ротор в криволинейных координатах. Оператор Лапласа на сфере.</p>

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Темы лекций
-------	---------------------------------	-------------

1	Векторы и тензоры. Преобразования векторов и тензоров при поворотах систем координат.	Преобразования вектора при повороте системы координат. Взаимный базис. Ковариантные и контравариантные компоненты вектора.
2	Векторы и тензоры. Преобразования векторов и тензоров при поворотах систем координат.	Тензоры и операции над ними. Ковариантные и контравариантные компоненты тензора. Элементы тензорной алгебры (сложение, поднятие и опускание индекса, транспонирование, свертка, тензорное произведение).
3	Векторы и тензоры. Преобразования векторов и тензоров при поворотах систем координат.	Собственные значения и собственные векторы тензора. Инварианты. Представление о псевдотензоре.
4	Скалярные и векторные величины и поля	Определения скалярного и векторного полей. Линии уровня и эквипотенциальные поверхности. Производная по направлению, градиент. Свойства градиента.
5	Скалярные и векторные величины и поля	Изображение векторного поля с помощью векторных линий. Уравнение векторных линий. Плоское и центральное векторные поля. Линейный интеграл от векторного поля. Свойства линейного интеграла. Вычисление линейного интеграла. Циркуляция вдоль контура.
6	Скалярные и векторные величины и поля	Потенциальное поле. Признак потенциальности поля. Вычисление линейного интеграла от потенциального поля.
7	Дивергенция и поток векторного поля. Теорема Остроградского-Гаусса.	Определение дивергенции векторного поля. Поток векторного поля. Теорема Остроградского-Гаусса.
8	Дивергенция и поток векторного поля. Теорема Остроградского-Гаусса.	Приложения к теории несжимаемой жидкости и задачам электростатики. Векторная трубка. Соленоидальное поле.
9	Ротор векторного поля и циркуляция. Теорема Стокса.	Определение ротора (вихря) векторного поля. Формулы для вычисления ротора. Теорема Стокса. Независимость линейного интеграла от пути интегрирования.
10	Ротор векторного поля и циркуляция. Теорема Стокса.	Формулы Грина, Стокса. Физические приложения ротора векторного поля. Векторный потенциал. Формулы Грина.
11	Дифференциальные операторы второго порядка.	Дифференциальные операции второго порядка. Оператор Лапласа.
12	Дифференциальные операторы в индексных обозначениях.	Символ Кронекера. Символ Леви-Чивита. Свертка символов Леви-Чивита. Правила суммирования Эйнштейна.
13	Дифференциальные операторы в индексных обозначениях.	Представление скалярного и векторного произведений в индексной форме. Градиент, дивергенция и ротор в индексной форме.

14	Дифференциальные операторы в криволинейных координатах.	Примеры ортогональных криволинейных координат (цилиндрические, сферические). Координатные поверхности. Координатные линии. Базисные вектора.
15	Дифференциальные операторы в криволинейных координатах.	Представление о тетрадах. Проекция вектора на оси криволинейных координат. Коэффициенты Ламэ.
16	Дифференциальные операторы в криволинейных координатах.	Элемент объема, площади и линейный элемент в криволинейных координатах. Метрический тензор. Метрика.
17	Дифференциальные операторы в криволинейных координатах.	Градиент, дивергенция, оператор Лапласа и ротор в криволинейных координатах. Оператор Лапласа на сфере.

#### Рекомендуемый перечень тем практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Темы практических занятий
1	1	Вычисление компонент вектора при преобразовании систем координат
2	1	Тензорная алгебра
3	1	Собственные значения и собственные векторы тензора
4	2	Эквипотенциальные поверхности и линии уровня скалярных полей
5	2	Вычисление производной по направлению и градиента скалярного поля
6	2	Вычисление линейного интеграла векторного поля
7	2	Вычисление циркуляции векторного поля
8	2	Вычисление скалярного потенциала поля
9	3	Вычисление потока векторного поля
10	3	Вычисление потока векторного поля через замкнутую поверхность по теореме Остроградского-Гаусса
11	4	Вычисление циркуляции по формуле Грина
12	4	Вычисление циркуляции по теореме Стокса
13	4	Вычисление векторного потенциала соленоидального поля
14	5	Дифференциальные операторы второго порядка. Лапласиан
15	6	Вычисление выражений в индексной форме
16	7	Вычисление потенциала векторного поля в криволинейных координатах
17	7	Вычисление дивергенции, ротора векторного поля в криволинейных координатах
18	7	Вычисление линейного интеграла векторного поля в криволинейных координатах.
19	7	Вычисление потока векторного поля в криволинейных координатах

#### Требования к самостоятельной работе студентов

Основными видами самостоятельной работы обучающихся при изучении дисциплины

«Векторный и тензорный анализ» являются:

- изучение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы;
- подготовка к промежуточной аттестации (экзамену).

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся составляют:

- Материалы лекций
- Учебно-методическая литература
- Информационные ресурсы "Интернета"
- Фонды оценочных средств

При организации самостоятельного изучения ряда тем лекционных курсов дисциплины студент работает в соответствии с указаниями, выданными преподавателем. Указания по изучению теоретического материала курса составляются дифференцированно по каждой теме и включают в себя следующие элементы:

- название темы;
- цели и задачи изучения темы;
- основные вопросы темы;
- характеристику основных понятий и определений, необходимых студенту для усвоения данной темы;
- список рекомендуемой литературы;
- наиболее важные фрагменты текстов рекомендуемых источников, в том числе таблицы, рисунки, схемы и т. п.;
- краткие выводы, ориентирующие студента на определенную совокупность сведений, основных идей, ключевых положений, систему доказательств, которые необходимо усвоить;
- контрольные вопросы, предназначенные для самопроверки знаний.

Важной составляющей самостоятельной внеаудиторной подготовки студента является работа с литературой. Изучение литературы позволяет выяснить, в каком состоянии в современном мире находится рассматриваемая проблема, что сделано другими авторами в этом направлении, какие вопросы недостаточно ясно освещены, либо не рассмотрены.

Для работы над конспектом следует: 1) определить структуру конспектируемого материала, чему в значительной мере способствует письменное ведение плана по ходу изучения оригинального текста; 2) в соответствии со структурой конспекта произвести отбор и последующую запись наиболее существенного содержания оригинального текста - в форме цитат или в изложении, близком к оригиналу; 3) выполнить анализ записей и на его основе – дополнение записей собственными замечаниями, соображениями (располагать все

это следует на полях тетради для записей или на отдельных листах-вкладках); 4) завершить формулирование и запись выводов по каждой из частей оригинального текста, а также общих выводов.

Внеаудиторная самостоятельная работа в рамках данной дисциплины включает в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям) и выполнение соответствующих заданий;
- самостоятельную работу над отдельными темами учебных дисциплин в соответствии с учебно-тематическими планами;
- подготовку к экзамену.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## 7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1		Решение типовых задач, домашняя самостоятельная работа, контрольная работа

Тема 2	<b>ОПК-1, ОПК-2</b>	Решение типовых задач, домашняя самостоятельная работа, контрольная работа
Тема 3		Решение типовых задач
Тема 4		Решение типовых задач
Тема 5		Решение типовых задач
Тема 6		Решение типовых задач
Тема 7		Решение типовых задач, домашняя самостоятельная работа, контрольная работа

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

### Типовые задачи по темам практических занятий

#### К теме 1. Вычисление компонент вектора при преобразовании систем координат.

Найти компоненты вектора  $\mathbf{a}=\{1,2,3\}$  в системе координат, повернутой относительно исходной на  $30^\circ$  градусов вокруг оси  $z$ .

*Решение.* Матрица преобразования компонент вектора для данной задачи имеет вид:

$$T = \begin{pmatrix} \cos 30^\circ & \sin 30^\circ & 0 \\ -\sin 30^\circ & \cos 30^\circ & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sqrt{3}/2 & 1/2 & 0 \\ -1/2 & \sqrt{3}/2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Компоненты вектора в новой системе координат найдутся перемножением

$$\begin{pmatrix} \sqrt{3}/2 & 1/2 & 0 \\ -1/2 & \sqrt{3}/2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 + \sqrt{3}/2 \\ \sqrt{3} - 1/2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

1. В исходной системе координат известны компоненты вектора  $\mathbf{a}$ . Найти его компоненты в системе координат, повернутой относительно исходной на некоторый угол вокруг одной из осей:

- $\vec{a} = \{1, 1, \sqrt{3}\}$ , вокруг оси  $Ox$  на  $30^\circ$ ;
- $\vec{a} = \{0, 3, \sqrt{3}\}$ , вокруг оси  $Ox$  на  $120^\circ$ ;
- $\vec{a} = \{2\sqrt{2}, 2\sqrt{2}, 2\sqrt{2}\}$ , вокруг оси  $Oy$  на  $15^\circ$ ;
- $\vec{a} = \{0, 4, -4\sqrt{2}\}$ , вокруг оси  $Oy$  на  $135^\circ$ ;
- $\vec{a} = \{0, 1, 4\}$ , вокруг оси  $Oz$  на  $45^\circ$ ;
- $\vec{a} = \{1, -\sqrt{3}, 0\}$ , вокруг оси  $Oz$  на  $120^\circ$ .

2. В системе координат, полученной из исходной декартовой системы координат путем ее поворота на некоторый угол, известны компоненты вектора  $\mathbf{a}'$ . Найти компоненты вектора в исходной системе координат.

- а).  $\vec{a}' = \{2, 0, -2\}$ , вокруг оси  $Ox$  на  $45^\circ$ ;  
 б).  $\vec{a}' = \{\sqrt{2}, -1, 0\}$ , вокруг оси  $Ox$  на  $150^\circ$ ;  
 в).  $\vec{a}' = \{0, 1, 2\}$ , вокруг оси  $Oy$  на  $60^\circ$ ;  
 г).  $\vec{a}' = \{6, -\sqrt{3}, -2\sqrt{3}\}$ , вокруг оси  $Oy$  на  $150^\circ$ ;  
 д).  $\vec{a}' = \{\sqrt{3}/2, -1/2, 1\}$ , вокруг оси  $Oz$  на  $75^\circ$ ;  
 е).  $\vec{a}' = \{-1 - \sqrt{2}, -1 + \sqrt{2}, 3\}$ , вокруг оси  $Oz$  на  $135^\circ$ .

3. В некоторой системе координат  $K$  известны компоненты вектора  $\mathbf{a}=(1, -1, 1)$ . В системе  $K'$ , получающейся из  $K$  поворотом на угол  $30^\circ$  вокруг оси  $y$ , известны компоненты вектора  $\mathbf{c}'=(-1, 2, 2)$ . Найти скалярное произведение этих векторов.

4. Найти площадь параллелограмма, построенного на векторах  $\mathbf{m}$  и  $\mathbf{n}$ , если в системе  $K$  вектор  $\mathbf{m}=(2, 0, 2)$ , а второй вектор задан своими компонентами в системе, повернутой относительно  $K$  на  $60^\circ$  вокруг оси  $y$ :  $\mathbf{n}'=(1, -1, 3^{1/2})$ .

5. Компоненты двух векторов заданы в различных системах координат: при повороте системы координат  $K$  вокруг оси  $y$  на  $60^\circ$   $\mathbf{a}'=(1, 0, 3^{1/2})$ , а при повороте  $K$  вокруг оси  $z$  на  $45^\circ$   $\mathbf{b}''=(0, -2^{1/2}, 1)$ . Найти скалярное произведение векторов.

6. Пусть система  $K'$  из начального положения, в котором она совпадала с  $K$ , повернута на угол  $\pi/6$  вокруг оси  $z$ , а затем на угол  $\pi/2$  вокруг оси  $x'$  так, что ось  $y'$  совпадает с осью  $z$ . Найти компоненты векторов  $\mathbf{A} = \mathbf{i} + 2\mathbf{j} + 3\mathbf{k}$ ,  $\mathbf{B} = 4\mathbf{i} + 5\mathbf{j} + 6\mathbf{k}$  в системе  $K'$ .

### К теме 1. Тензорная алгебра.

Найти вектор, образованный умножением тензора  $T_{ik}$  на вектор  $A_i$  с последующим свертыванием по индексу вектора  $i$ : 1) первому индексу тензора, 2) второго индекса тензора, если

$$T_{ik} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 4 \end{pmatrix}, \mathbf{A} = (1, 2, 3)$$

*Решение.* Для пункта 1) результат состоит в умножении вектора-строки слева на тензор T:

$$A_i T_{ik} = (1 \quad 2 \quad 3) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 4 \end{pmatrix} = (6 \quad 13 \quad 16).$$

Свертывание по второму индексу означает, наоборот, умножение тензора слева на вектор-строку:

$$T_{ik} A_k = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 7 \\ 8 \\ 19 \end{pmatrix}$$

1. В некоторой декартовой системе координат даны компоненты тензора:

$$T_{ik} = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

На какой угол надо повернуть вокруг оси z систему координат, чтобы в новой системе координат компонента  $T'_{12}$  стала равной нулю. Чему будут равны остальные компоненты тензора в новой системе отсчета.

2. Записать в развернутой форме и по возможности упростить выражение  $D_{ij}x_i x_j$ , если

а)  $D_{ij}=D_{ji}$  и б)  $D_{ij}=-D_{ji}$

3. Задан тензор 2-го ранга:

$$T_{ij} = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 3 & 4 & 2 \end{pmatrix}.$$

Известны также 2 вектора  $\mathbf{A}=(2,1,3)$  и  $\mathbf{B}=(1,-1,3)$ . Найти:  $T_{ij}A_i B_j$ ,  $(T_{ij}-(2/5)\delta_{ij})T_{nm}$ ,  $(T_{ij}-(2/5)\delta_{ij})A_i B_j$

4. Известны компоненты 2-х векторов:  $\mathbf{A}=(1,2,-1)$  и  $\mathbf{B}=(2,3,-4)$ . Найти матрицу тензора  $T_{ij}=A_i B_j - \varepsilon_{ijk} A_k$

5. Дан вектор  $\mathbf{A}=(1,2,3)$ . Найти свертку  $\varepsilon_{ikl}\varepsilon_{klm}A_m$

6. Найти вектор, образованный умножением тензора  $T_{ik}$  на вектор  $A_i$  с последующим свертыванием по индексу вектора и: 1) первому индексу тензора, 2) второго индекса тензора, если

$$T_{ik} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 3 & 4 & 1 \\ 1 & 3 & 4 \end{pmatrix}, \mathbf{A} = (1, 2, 3)$$

7. Найти скаляр, образованный умножением тензора  $T_{ik}$  на векторы  $\mathbf{A}$  и  $\mathbf{B}$  с последующим свертыванием по индексу вектора  $\mathbf{A}$  и первому индексу тензора и по индексу  $\mathbf{B}$  и второму индексу тензора, если  $T_{ik}$  и  $\mathbf{A}$  заданы условием предыдущей задачи, а вектор  $\mathbf{B} = (4, 5, 6)$ .

8. Дано: 
$$T_{ik} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \mathbf{A} = (1, 2, 3)$$

Разложить тензор  $T_{ik}$  на симметричную  $S_{ik}$  и антисимметричную  $K_{ik}$  части. Найти 1)  $T_{ik}A_k$ ,  $T_{ik}A_i$ ,  $T_{ik}A_iA_k$ ; 2)  $K_{ik}T_{ik}$ ,  $K_{ik}S_{ik}$ ,  $K_{ik}A_i$ ,  $K_{ik}A_iA_k$ ; 3)  $T_{ik}\delta_{ik}$ ,  $K_{ik}\delta_{ik}$ ,  $S_{ik}\delta_{ik}$ ; 4)  $T_{ik} - \delta_{ik}T_{mm}/3$ ,  $(T_{ik} - \delta_{ik}T_{mm}/3)A_i$ ,  $(T_{ik} - \delta_{ik}T_{mm}/3)A_iA_k$

9. Найти инварианты тензора из предыдущей задачи.

### К теме 1. Собственные значения и собственные векторы тензора

Найти собственные значения и собственные векторы тензора:

$$D_{ij} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 2 \\ 0 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

*Решение.* Составим характеристическое уравнение для тензора:

$$\begin{vmatrix} 1-\lambda & 0 & 0 \\ 0 & 4-\lambda & 2 \\ 0 & 2 & 1-\lambda \end{vmatrix} = 0 \Rightarrow (1-\lambda)[(4-\lambda)(1-\lambda) - 2 \cdot 2] = 0 \Rightarrow (1-\lambda)(\lambda^2 - 5\lambda) = 0.$$

Корни этого уравнения равны 0, 1, 5. Т.к. они различны, то собственных векторов три. Для нахождения вектора, соответствующего нулевому собственному значению, составим уравнение:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 2 \\ 0 & 2 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \end{pmatrix} = 0 \cdot \begin{pmatrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{cases} A_1 = 0 \\ 4A_2 + 2A_3 = 0 \\ 2A_2 + A_3 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A_1 = 0 \\ A_3 = -2A_2 \end{cases}$$

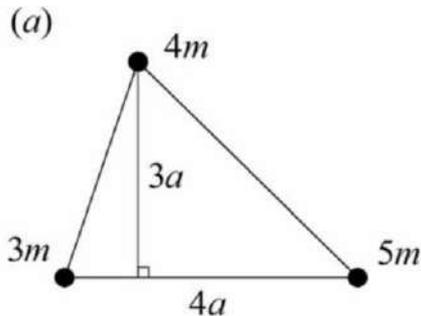
Выберем, например,  $A_2=1$ , тогда  $A_3=-2$ . Собственный вектор  $\mathbf{A}^{(1)}=(0,1,-2)$ .

Аналогично находятся и остальные два собственных вектора. Имеем  $\mathbf{A}^{(2)}=(1,0,0)$ ,  $\mathbf{A}^{(3)}=(0,2,1)$ . Вектора взаимно ортогональны, как и должно быть.

1. Найти собственные значения и собственные векторы указанных тензоров. Проверить свойство ортогональности собственных векторов.

$$D_{ij} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 3 \\ 0 & 3 & 4 \end{pmatrix}, \quad E_{ij} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 2 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}, \quad F_{ij} = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 2 \\ 1 & 5 & 0 \\ 2 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

2. Найти главные оси и главные моменты инерции системы материальных точек на рисунке:



3. Материал, характеризуемый тензором диэлектрической проницаемости:

$$\varepsilon_{ij} = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 0 \\ 2 & 4 & -2 \\ 0 & -2 & 5 \end{pmatrix} \quad \text{помещен в однородное электрическое поле с напряженностью}$$

$\mathbf{E}$ , причем  $\mathbf{E}=\mathbf{E}_0(2,1,-2)$ , где  $E_0$  – постоянная. Найти тензор диэлектрической восприимчивости  $\chi_{ik}=(\varepsilon_{ik}-1)/4\pi$ , векторы поляризации диэлектрика  $\mathbf{P}$  ( $P_i=\chi_{ik}E_k$ ), электрической индукции  $\mathbf{D}$  ( $D_i=\varepsilon_{ik}E_k$ ). Указать направления, для которых векторы  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{D}$  коллинеарны.

**К теме 2. Эквипотенциальные поверхности и линии уровня скалярных полей**

Найти поверхности уровня потенциальной энергии взаимодействия двух единичных зарядов.

**Решение.** В этом случае энергия взаимодействия имеет следующий вид:  $v=1/r$ , где  $r$  – расстояние между зарядами. Выберем декартову систему координат с центром в первом заряде. Тогда  $r=(x^2+y^2+z^2)^{1/2}$ , где  $(x; y; z)$  суть координаты второго заряда. Очевидно, что скалярное поле определено во всем пространстве кроме начала координат. Для нахождения эквипотенциальной поверхности приравняем потенциальную энергию (скалярное поле) и постоянной  $C=v_0$ . Тогда уравнение эквипотенциальной поверхности принимает вид  $(x^2+y^2+z^2)^{-1/2}=v_0$ . Отсюда, возводя в квадрат, получим  $x^2 + y^2 + z^2=v^2$ . Это уравнение описывает сферу радиусом  $R=|1/v_0|$ . Эквипотенциальная поверхность с большим значением потенциальной энергии  $v_0$  находится ближе к началу координат (первому заряду). Таким образом, поверхностями уровня будут концентрические сферы, и скалярное поле является сферическим.

*Найти эквипотенциальные поверхности скалярного поля и поверхность, проходящую через данную точку  $M$ .*

$$1) U = 10^{x+y-3z}, M(1,2,-3)$$

$$2) U = 4x^2 + 9y^2, M(2,0,1)$$

$$3) U = \frac{2}{x^2 + 9y^2 - 4z}, M(2,1,0)$$

$$4) U = x^2 - y^2 + 9z, M(1,0,-1)$$

$$5) U = x + yz, M(-1,0,1)$$

$$6) U = \exp(z/(x^2 + y^2)), M(-3,0,1)$$

$$7) U = \arctan\left(\frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}}\right), M(1,0,1)$$

$$8) U = x/y, M(-1,1,-2)$$

$$9) U = 2y + zx, M(1,0,1)$$

$$10) U = \frac{z^2 + y^2}{4x}, M(-3,0,1)$$

## К теме 2. Вычисление производной по направлению и градиента скалярного поля

Определить величину и направление изменения поля  $\varphi = \frac{z}{\sqrt{x^2+y^2}}$  в точке

$M(1, -1, 1)$ .

**Решение.** Вычислим градиент поля в произвольной точке

$$\text{grad}\varphi = \left( \frac{\partial\varphi}{\partial x}, \frac{\partial\varphi}{\partial y}, \frac{\partial\varphi}{\partial z} \right) = \left( -\frac{xz}{(x^2+y^2)^{3/2}}, -\frac{yz}{(x^2+y^2)^{3/2}}, \frac{1}{(x^2+y^2)^{1/2}} \right).$$

В точке  $M(1, -1, 1)$  градиент равен

$$\text{grad}\varphi = \left( \frac{-1}{2\sqrt{2}}, \frac{1}{2\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}} \right).$$

Направление изменения поля определяется единичным вектором  $\mathbf{n} = \text{grad}\varphi / |\text{grad}\varphi|$ . Для указанной точки получим:

$$\vec{n} = \frac{\text{grad}\varphi}{|\text{grad}\varphi|} = \left( \frac{-1}{\sqrt{6}}, \frac{1}{\sqrt{6}}, \frac{2}{\sqrt{6}} \right).$$

**А.** Для заданных ниже функций найти градиент, направление наискорейшего роста в заданной точке, а также уравнение плоскости, касательной к поверхности постоянного значения функции в этой точке:

- 1)  $(x^2 - y^2 + z)$ ;  $A(1, 1, 2)$
- 2)  $(x^3 - 3y^2z + y^2 + 3z^2)$ ;  $A(1, 1, 2)$
- 3)  $(x^2 - 5x + 7y^2 - y + 6z^2 + 3)$ ;  $A(3, 2, 1)$
- 4)  $(5x^3 - 8y^2z + 4y^2 + 4z^2 + 6)$
- 5)  $(6x^4 + 8xyz^2 + 7x^2z + y + 6)$

**В.** Найти компоненты градиента скалярных функций:

- 1)  $\text{grad}(r)$ , где  $r = |\vec{r}| = (x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}$
- 2)  $\text{grad}(\rho)$ , где  $\rho = |\vec{\rho}| = (x^2 + y^2)^{1/2}$
- 3)  $\text{grad}\left(\frac{1}{r}\right)$
- 4)  $\text{grad}(\ln(\rho))$

5)  $\text{grad}\left(\frac{1}{|\vec{r}-\vec{R}|}\right)$ , где  $\vec{R}$  - постоянный вектор,  $\vec{r} = (x, y, z)$

6)  $\text{grad}(\ln|\vec{\rho}-\vec{\rho}_0|)$ , где  $\vec{\rho}_0$  - постоянный вектор,  $\vec{\rho} = (x, y, 0)$

7)  $\text{grad}(f(r))$

8)  $\text{grad}(f(\vec{k}\vec{r}))$ , где  $\vec{k}$  - постоянный вектор

9)  $\text{grad}(\vec{a}, [\vec{\omega}, \vec{r}])$ , где  $\vec{a}$  и  $\vec{\omega}$  - постоянные векторы

10)  $\text{grad}(\exp(-\alpha r))$

С. Написать уравнение прямой, проходящей через точку  $A(3, 2, 1)$  в направлении наискорейшего роста функции  $\exp(-r^2)$ ,  $r = |\vec{r}|$ .

Д. Написать уравнение плоскости, касательной к поверхности постоянного значения функции  $(x^2+y^2-3z)$  в точке  $A(-1, 2, -1)$ .

Е. Найти угол между направлениями наискорейшего роста функций  $(x^2+2y^2-z^2)$  и  $r = |\vec{r}|$  в точке  $A(-1, 1, 1)$ .

### К теме 2. Вычисление линейного интеграла векторного поля

Найти линейный интеграл векторного поля  $\mathbf{a} = y^2 \mathbf{i} - x^2 \mathbf{j}$  по участку параболы  $x = y^2 - 2$ , соединяющей точки  $(2,2)$  и  $(-1,1)$ .

**Решение.** В линейном интеграле выразим  $x$  через  $y$ . Для дифференциала  $dx$  имеем  $dx = 2y dy$ . Тогда для линейного интеграла вдоль кривой имеем:

$$A = \int_L \mathbf{a} d\mathbf{l} = \int_L y^2 dx - x^2 dy = \int_2^1 2y^2 dy - \int_2^1 (y^2 - 2)^2 dy = -\frac{17}{15}.$$

Найти линейный интеграл векторного поля:

1)  $\mathbf{a} = y^2 \mathbf{i} - x^2 \mathbf{j}$  по участку параболы  $x = y^2 - 2$ , соединяющей точки  $(2,2)$  и  $(-1,1)$ ;

2)  $\mathbf{a} = \ln x \mathbf{i} - y \ln y \mathbf{j}$  вдоль ломаной линии ABC, соединяющей точки A  $(1,1)$ , B  $(3,2)$ , C  $(4,5)$ ;

3)  $\mathbf{a} = x \mathbf{i} - y^2 \mathbf{j}$  вдоль участка косинусоиды  $x = \cos y$ , соединяющей точки A  $(1,0)$  и B  $(0, \pi/2)$ ;

4)  $\mathbf{a} = ye^x \mathbf{i} - y^2 x \mathbf{j}$  вдоль прямой, соединяющей точки A  $(0,1)$  и B  $(2,3)$ ;

5)  $\mathbf{a} = (x + y^2)\mathbf{i} - xy\mathbf{j}$  вдоль контура ABC, состоящего из дуги окружности  $x^2 + (y-1)^2 = 4$ , соединяющей точки A (2,1) и B(0,3) и отрезка прямой BC, C(2,5);

6)  $\mathbf{a} = zy\mathbf{i} - yx\mathbf{j} + z\mathbf{k}$  вдоль участка винтовой линии  $x = a \cos t, y = a \sin t, z = bt$ , соединяющей точки A(a,0,0) и B(0,a,bπ/2). Здесь a,b – постоянные.

7)  $\mathbf{a} = (x^2 + y^2)\mathbf{i} + (x^2 - y)\mathbf{j}$  вдоль линии  $y = |x|$  от точки A(-1,1) до точки B(2,2).

8)  $\mathbf{a} = \frac{x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2 - x - y + 2z}}$  вдоль отрезка прямой от точки A(1,1,1) до

точки B(4,4,4).

### К теме 2. Вычисление циркуляции векторного поля.

Вычислить циркуляцию векторного поля  $\mathbf{F} = x^2\mathbf{i} + xy\mathbf{j} + yz\mathbf{k}$  вдоль отрезка прямой  $(x-1)/2 = (y+1)/0 = (z+4)/4$  от точки  $M_0(1; -1; -4)$  до точки  $M_1(3; -1, 0)$ .

**Решение.** Для вычисления циркуляции необходимо вначале задать кривую в параметрическом виде. В данном случае кривой является прямая с направляющим вектором  $\mathbf{a} = (2; 0; 4)$ . Общее уравнение прямой легко переписать в параметрическом виде:  $x = 1 + 2t; y = -1; z = -4 + 4t$ . Точке  $M_0(1; -1; -4)$  соответствует  $t = 0$ , поскольку в точке  $M_0$  координата  $x = 1 = 1 + 2t$ , а в точке  $M_1(3; -1; 0)$  соответствует  $t = 1$ . Подставим эту прямую в определение циркуляции:

$$\int_{M_0}^{M_1} \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} = \int_{M_0}^{M_1} (x^2 dx + xy dy + yz dz) = \int_0^1 (18 - 8t + 8t^2) dt = \frac{50}{3}.$$

*Найти циркуляцию векторного поля вдоль пути (контур проходится вдоль часовой стрелки):*

1)  $\mathbf{a} = (y + z)\mathbf{i} - zx\mathbf{j} + z\mathbf{k}$  по окружности  $z^2 + (x-2)^2 = 4, y = 2$ .

2)  $\mathbf{a} = 2xy\mathbf{i} - zx\mathbf{j} + 3xz\mathbf{k}$  вдоль контура  $\Gamma: \left\{ \frac{(x-2)^2}{4} + (y+3)^2 = 1, z = 3. \right\}$

3)  $\mathbf{a} = (2x + 3y)\mathbf{i} + (2z - 5y)\mathbf{j} + (x - z)\mathbf{k}$  вдоль контура  $\Gamma: \{9(x-1)^2 + 4(y+2)^2 - z^2 = 12, z = -2.\}$

4)  $\mathbf{a} = (2x - z)\mathbf{i} + 3(x - y)\mathbf{j} + 2(y - z)\mathbf{k}$ ,  $\Gamma$ : контур треугольника с вершинами в точках  $A(1,0,1)$ ,  $B(1,1,2)$ ,  $C(-1,0,4)$ .

5)  $\mathbf{a} = -z\mathbf{i} + 2x\mathbf{j} + y\mathbf{k}$  вдоль контура  $\Gamma: \{x^2 + y^2 + z^2 = 16, 2x + y + z = 0\}$

6)  $\mathbf{a} = (3x - y)\mathbf{i} + (x + 7y)\mathbf{j} + (3x - z)\mathbf{k}$  вдоль контура  $\Gamma$ :  
 $\{9x^2 + 4(y - 1)^2 - z^2 = 0, z = -2\}$

7)  $\mathbf{a} = (2x + z)\mathbf{i} + (2y - z)\mathbf{j} + xyz\mathbf{k}$  вдоль контура  $\Gamma$ , являющимся линией пересечения параболоида вращения  $x^2 + y^2 + z = 1$  с координатными плоскостями.

8)  $\mathbf{a} = 2xz\mathbf{i} - y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$  вдоль контура  $\Gamma$ , образованному пересечением плоскости  $x + y + 2z = 2$  с координатными плоскостями.

### К теме 2. Вычисление скалярного потенциала поля.

Доказать, что поле  $\mathbf{A} = 2xyz\mathbf{i} + x^2z\mathbf{j} + x^2y\mathbf{k}$  является потенциальным и найти его потенциал.

**Решение.** Непосредственным вычислением получаем, что  $\text{rot}\mathbf{A} = 0$ , и поэтому поле является потенциальным. Выпишем в явном виде систему уравнений  $\mathbf{A} = \text{grad}\varphi$ :

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = 2xyz, \quad \frac{\partial \varphi}{\partial y} = x^2z, \quad \frac{\partial \varphi}{\partial z} = x^2y,$$

Интеграл первого уравнения имеет вид  $\varphi = x^2yz + v(y; z)$ , где  $v$  – произвольная функция своих аргументов. Подставляя это решение во второе уравнение, получаем, что  $\partial v / \partial y = 0$ , откуда следует, что  $v(y; z) = w(z)$ . Подставляя решение  $\varphi = x^2yz + w(z)$  в последнее уравнение, получаем, что  $\partial w / \partial z = 0$ , откуда следует, что  $w = \text{const}$ . Таким образом, получаем тот же результат  $\varphi = x^2yz$ .

*Проверить потенциальность векторного поля и найти его потенциал:*

1)  $\mathbf{A} = (2x + y \cos x - yx \sin x)\mathbf{i} + x \cos x\mathbf{j}$

2)  $\mathbf{A} = (2x \arctan y - x)\mathbf{i} + \frac{x^2}{1 + y^2}\mathbf{j}$

$$3) \mathbf{A} = \frac{y^2}{x} \mathbf{i} + 2y \ln x \mathbf{j}$$

$$4) \mathbf{A} = yz \mathbf{i} + xz \mathbf{j} + xy \mathbf{k}$$

$$5) \mathbf{A} = y(\ln x + 1) \mathbf{i} + x \ln x \mathbf{j}$$

$$6) \mathbf{A} = z \mathbf{i} + 2y \mathbf{j} + x \mathbf{k}$$

$$7) \mathbf{A} = \frac{1}{x} \mathbf{i} + \frac{1}{y} \mathbf{j} + \frac{1}{z} \mathbf{k}$$

$$8) \mathbf{A} = ye^z \mathbf{i} + xe^z \mathbf{j} + xye^z \mathbf{k}$$

$$9) \mathbf{A} = -2e^{-x^2} xyz \mathbf{i} + e^{-x^2} z \mathbf{j} + e^{-x^2} y \mathbf{k}$$

$$10) \mathbf{A} = \frac{\mathbf{i} + \mathbf{j} + \mathbf{k}}{1 + (x + y + z)^2}$$

### К теме 3. Вычисление потока векторного поля.

Вычислить поток векторного поля  $\mathbf{F} = x^2 \mathbf{i} + xy \mathbf{j} + yz \mathbf{k}$  через боковую поверхность цилиндра  $x^2 + z^2 = 9$ ;  $y \in [1; 3]$  в направлении внешней нормали.

**Решение.** Для нахождения вектора нормали поступим следующим образом. Любую поверхность можно рассматривать как поверхность уровня некоторого скалярного поля. В нашем случае это поле имеет вид  $U = x^2 + z^2 - 9$ . Градиент скалярного поля, как известно, перпендикулярен поверхности уровня и коллинеарен с единичным вектором нормали. Вычисляем градиент:  $\text{grad} U = (2x; 0; 2z)$ . Нормированный вектор градиента принимаем за нормаль

$$\mathbf{n} = (x; 0; z) / \sqrt{x^2 + z^2}.$$

Осталось правильно выбрать знак нормали. По условию необходимо вычислить поток в направлении внешней нормали. Наша поверхность является цилиндром, расположенным вдоль оси  $y$ . Очевидно, что при положительном  $z$  вектор внешней (т.е. изнутри цилиндра наружу) нормали имеет положительную третью компоненту. Полученный нами вектор нормали удовлетворяет этому требованию. Далее вычисляем скалярное произведение

$$(\mathbf{F}, \mathbf{n}) = (x^3 + yz^2) / \sqrt{x^2 + z^2}$$

и подставляем его в определение потока. Для удобства вычислений перейдем в цилиндрическую систему координат  $x \rightarrow r \cos \varphi$ ;  $z \rightarrow r \sin \varphi$ ;  $y = y$ . В этом случае наша поверхность описывается уравнением  $r = 3$ . Элемент поверхности  $dS = r d\varphi dy = 3 d\varphi dy$ . В итоге вычисляем поток:

$$\Pi = \int_1^3 \int_0^{2\pi} 9(3 \cos^3 \varphi + y \sin^2 \varphi) d\varphi dy = 36\pi.$$

*А. Найти поток векторного поля через указанные поверхности, применяя метод проектирования на одну из координатных плоскостей:*

1)  $\mathbf{a} = y\mathbf{i} + z\mathbf{j} + x\mathbf{k}$  через верхнюю сторону треугольника, ограниченного плоскостями  $x+y+z=a$ ,  $x=0$ ,  $y=0$ ,  $z=0$ .

2)  $\mathbf{a} = x\mathbf{i} + z\mathbf{k}$  через боковую поверхность кругового цилиндра  $y = (R^2 - x^2)^{1/2}$ , ограниченную плоскостями  $z=0$ ,  $z=h$  ( $h>0$ ).

3)  $\mathbf{a} = 3x\mathbf{i} - y\mathbf{j} - z\mathbf{k}$  через внешнюю сторону параболоида  $x^2 + y^2 = 9 - z$ , расположенную в первом октанте.

4)  $\mathbf{a} = yz\mathbf{i} - x\mathbf{j} - y\mathbf{k}$  через полную поверхность конуса  $x^2 + y^2 = z^2$ , ограниченную плоскостью  $z=1$  ( $0 \leq z \leq 1$ ).

5)  $\mathbf{a} = x^2\mathbf{i} + y^2\mathbf{j} + z^2\mathbf{k}$  через полную поверхность пирамиды, ограниченной плоскостями  $x+y+z=1$ ,  $x=0$ ,  $y=0$ .

*В. Применяя метод проектирования на все три координатные плоскости, найти поток векторного поля через поверхность:*

1)  $\mathbf{a} = (x+y+z)\mathbf{i} + (x+y+z-1)\mathbf{j} - 2\mathbf{k}$  через поверхность  $S$  – часть плоскости  $x+y+z=1$ , лежащей в первом октанте.

2)  $\mathbf{a} = xy\mathbf{i} + yz\mathbf{j} + xz\mathbf{k}$  через часть внешней стороны сферы  $x^2 + y^2 + z^2 = 1$ , лежащей в первом октанте.

*С. Выбирая подходящим образом криволинейные координаты на поверхности, вычислить поток векторного поля:*

1)  $\mathbf{a} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$  через боковую поверхность кругового цилиндра  $x^2 + y^2 = 1$ , ограниченного снизу плоскостью  $x+y+z=1$ , а сверху – плоскостью  $x+y+z=2$ .

2)  $\mathbf{a} = x\mathbf{i} - xy\mathbf{j} + z\mathbf{k}$  через внешнюю сторону цилиндрической поверхности  $x^2 + z^2 = R^2$ , ограниченной плоскостями  $y=1$  и  $x+y=4$ .

3)  $\mathbf{a} = x\mathbf{i} - y\mathbf{j} - xyz^3\mathbf{k}$  через внешнюю сторону боковой поверхности цилиндра  $x^2 + y^2 = 1$ , ограниченной плоскостью  $z=0$  и гиперболическим параболоидом  $z = x^2 - y^2$ .

4)  $\mathbf{a} = x^3\mathbf{i} - y^3\mathbf{j} + z\mathbf{k}$  через внешнюю сторону части сферы  $x^2 + y^2 + z^2 = 1$ , вырезаемой конической поверхностью  $z^2 = x^2 + y^2$  ( $z \geq (x^2 + y^2)^{1/2}$ ).

5)  $\mathbf{a} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$  через внешнюю сторону части сферы часть сферы  $x^2 + y^2 + z^2 = 2$ , ограниченной плоскостями  $z=0$ ,  $z=y$ .

### **К теме 3. Вычисление потока векторного поля по теореме Остроградского-Гаусса**

Вычислить поток векторного поля  $\mathbf{F} = x^2\mathbf{i} + xy\mathbf{j} + yz\mathbf{k}$  через поверхность сферы  $x^2 + z^2 + y^2 = 9$ .

**Решение.** Поскольку в данном случае как векторное поле, так и все его производные непрерывны внутри и на границе замкнутой поверхности, вычисления можно производить и более простым способом – используя теорему Остроградского - Гаусса. Согласно этой

теореме

$$\Pi = \iint_S (\mathbf{F} \cdot \mathbf{n}) dS = \iiint_V \operatorname{div} \mathbf{F} dV,$$

при условии непрерывности поля и всех первых производных как в объеме  $V$ , так и на его границе  $S$ . Вначале вычислим дивергенцию поля

$$\operatorname{div} \mathbf{F} = \frac{\partial F^x}{\partial x} + \frac{\partial F^y}{\partial y} + \frac{\partial F^z}{\partial z} = \frac{\partial x^2}{\partial x} + \frac{\partial xy}{\partial y} + \frac{\partial yz}{\partial z} = 3x + y$$

Для удобства вычислений перейдем в сферическую систему координат:

$$\Pi = \int_0^3 \int_0^\pi \int_0^{2\pi} (3r \sin \theta \cos \varphi + r \sin \theta \sin \varphi) r^2 dr \sin \theta d\theta d\varphi = 0.$$

*Вычислить поток векторного поля через замкнутую поверхность, используя теорему Остроградского-Гаусса:*

$$1) \mathbf{a} = 2x\mathbf{i} + 2y\mathbf{j} - z\mathbf{k} \quad S: \begin{cases} z^2 = x^2 + y^2, \\ z = H \quad (H > 0). \end{cases}$$

$$2) \mathbf{a} = yx\mathbf{i} + 3y\mathbf{j} - z\mathbf{k} \quad S: x^2 + y^2 + z^2 = 4.$$

$$3) \mathbf{a} = yz\mathbf{i} - x\mathbf{j} - y\mathbf{k} \quad S: \begin{cases} x^2 + z^2 = y^2, \\ y = 1 \quad (0 \leq y \leq 1). \end{cases}$$

$$4) \mathbf{a} = 3x\mathbf{i} - y\mathbf{j} - z\mathbf{k} \quad S: \begin{cases} 9 - z = x^2 + y^2, \\ x = 0, y = 0, z = 0 \\ (1 \text{ октант}) \end{cases}$$

$$5) \mathbf{a} = 2x\mathbf{i} - (z-1)\mathbf{k} \quad S: \begin{cases} x^2 + y^2 = 4, \\ z = 0, z = 1. \end{cases}$$

$$6) \mathbf{a} = x\mathbf{i} - 2y\mathbf{j} - z\mathbf{k} \quad S: \begin{cases} 1 - z = x^2 + y^2, \\ z = 0. \end{cases}$$

#### К теме 4. Вычисление циркуляции по формуле Грина

Найти циркуляцию плоского векторного поля  $\mathbf{a}=(x-y^2)\mathbf{i}+2xy\mathbf{j}$  по контуру  $L: y=x, y=x^2$  по формуле Грина.

**Решение.** Формула Грина гласит, что искомая циркуляция:

$$\Gamma = \iint_S \left( \frac{\partial a_y}{\partial x} - \frac{\partial a_x}{\partial y} \right) dx dy.$$

Вычислив подынтегральное выражение, получим:

$$\Gamma = \iint_S 4y dx dy = 4 \int_0^1 dx \int_{x^2}^x y dy = \frac{4}{15}.$$

A. Найти циркуляцию векторного поля, используя формулу Грина:

1)  $\mathbf{a}=(x-y^2)\mathbf{i}+2xy\mathbf{j}$  по контуру L:  $y=x$ ,  $y=x^2$ .

2)  $\mathbf{a}=y^2\mathbf{i}-x^2\mathbf{j}$  по контуру L:  $x+y+1=0$ ,  $x=0$ ,  $y=0$ .

3)  $\mathbf{a}=(e^x \sin y - y)\mathbf{i} + (e^x \cos y - 1)\mathbf{j}$  по контуру, состоящему из полуокружности  $x^2+y^2=2x$  ( $y>0$ ) и отрезку оси X, соединяющей ее две крайние точки.

B. Найти площади фигур, ограниченных кривыми, используя формулу Грина

(например, в варианте  $S = \frac{1}{2} \oint_L x dy - y dx$ ):

1) эллипса с полуосями  $a$  и  $b$ .

2) астроида  $x = a \cos^3 t$ ,  $y = a \sin^3 t$  ( $0 \leq t \leq 2\pi$ ).

3) кардиоиды  $x = 2a \cos t - a \cos 2t - a$ ,  $y = 2a \sin t - a \sin 2t$  ( $0 \leq t \leq 2\pi$ ).

4) эпициклоидой  $x = ((1+m) \cos mt - m \cos(1+m)t)$ ,  $y = ((1+m) \sin mt - m \sin(1+m)t)$

и соответствующей дугой круга.

5) петель декартова листа  $x^3+y^3=3axy$ . Указание: использовать

параметризацию

$$x = \frac{3at}{1+t}$$

#### К теме 4. Вычисление циркуляции по теореме Стокса.

Вычислить циркуляцию векторного поля  $\mathbf{F}=yz\mathbf{i}+xy\mathbf{j}+x^2\mathbf{k}$  вдоль замкнутой кривой  $r=4\varphi$ ;

$\Theta=\pi/4$ ;  $0<\varphi<2\pi$ .

**Решение.** Используем теорему Стокса, согласно которой, циркуляция равна

$$\Gamma = \iint_S \text{rot} \mathbf{F} \cdot d\mathbf{S}$$

Вычислим ротор  $\text{rot} \mathbf{F}=(y-2x)\mathbf{j}+(y-z)\mathbf{k}$ . Поверхность интегрирования в формуле Стокса выбирается так, чтобы контур интегрирования лежал на ней. В нашем случае контур представляет собой окружность радиуса  $R = 7 \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 7/\sqrt{2}$ , расположенную параллельно плоскости  $xOy$  и на расстоянии  $d = 7 \cos\left(\frac{\pi}{4}\right) = 7/\sqrt{2}$  от нее. Удобно провести через нее плоскость  $z = 7/\sqrt{2}$ , поскольку вектор нормали к ней будет постоянным вектором, что упрощает

вычисления. Очевидно, что вектор нормали коллинеарен вектору  $\mathbf{k}$ . Для правильного выбора направления вектора нормали ( $+\mathbf{k}$  или  $-\mathbf{k}$ ) необходимо использовать правило согласования направления нормали с обходом контура. Необходимо выбирать такое направление нормали, чтобы направление обхода контура было против часовой стрелки, если смотреть с конца вектора нормали. Поскольку  $\varphi \in [0, 2\pi]$  то, очевидно, что правильно выбрать  $\mathbf{n} = +\mathbf{k}$ . Таким образом,

$$\Gamma = \iint_S (y - z) dS = \int_0^{7/\sqrt{2}} d\rho \int_0^{2\pi} (\rho \sin \varphi - 7/\sqrt{2}) \rho d\varphi = -\frac{343\pi}{2\sqrt{2}}.$$

При вычислении мы перешли к полярной системе координат на плоскости.

*Вычислить циркуляцию векторного поля, используя теорему Стокса и непосредственно:*

$$1) \mathbf{a} = y\mathbf{i} - x\mathbf{j} + z\mathbf{k} \quad L: \begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 = 4, \\ x^2 + y^2 = z^2. \end{cases}$$

$$2) \mathbf{a} = y\mathbf{i} - x\mathbf{j} + (x + y)\mathbf{k} \quad L: \begin{cases} z = x^2 + y^2, \\ z = 1. \end{cases}$$

$$3) \mathbf{a} = zy^2\mathbf{i} + xz^2\mathbf{j} + x^2y\mathbf{k} \quad L: \begin{cases} x = y^2 + z^2, \\ x = 9. \end{cases}$$

$$4) \mathbf{a} = y\mathbf{i} - x\mathbf{j} + z\mathbf{k} \quad L: \begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 = 1, \\ x = z, \end{cases}$$

$$5) \mathbf{a} = (x - z)\mathbf{i} + (x - 3y)\mathbf{j} + (y - z)\mathbf{k} \quad \text{по контуру с вершинами в точках } A(0, 0, 1),$$

$B(1, -1, 2), C(1, 0, 4)$ .

$$6) \mathbf{a} = x^2\mathbf{i} + z^2\mathbf{j} + y^2\mathbf{k} \quad L: \begin{cases} 9x^2 + 4y^2 + z = 10, \\ z = -3. \end{cases}$$

$$7) \mathbf{a} = -x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k} \quad L: \begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 = 16, \\ x + y + z = 0. \end{cases}$$

$$8) \mathbf{a} = 2xz\mathbf{i} - xy^2\mathbf{j} + yz\mathbf{k} \quad L: \begin{cases} x^2/4 + y^2/9 = 1, \\ z = 5. \end{cases}$$

#### К теме 4. Вычисление векторного потенциала соленоидального поля

Доказать, что поле  $\mathbf{F}=6y^2\mathbf{i}+6z\mathbf{j}+6x\mathbf{k}$  является соленоидальным и найти его векторный потенциал.

**Решение.** Дивергенция этого поля равна нулю, значит это поле соленоидальное.

Рассмотрим систему уравнений для нахождения векторного потенциала:

$$\begin{aligned}\frac{\partial A^z}{\partial y} - \frac{\partial A^y}{\partial z} &= 6y^2, \\ \frac{\partial A^x}{\partial z} - \frac{\partial A^z}{\partial x} &= 6z, \\ \frac{\partial A^y}{\partial x} - \frac{\partial A^x}{\partial y} &= 6x.\end{aligned}$$

Положим, например,  $A^x=0$ . Тогда из третьего уравнения получаем, что  $A^y=3x^2+u(y; z)$ , а из второго уравнения получаем  $A^z=-6xz+v(y; z)$ . Из первого уравнения имеем соотношение  $\partial v/\partial y - \partial u/\partial z = 6y^2$ . Поскольку достаточно найти частный вид векторного потенциала, то можно положить, например,  $u=0$ . Тогда получаем  $v(y; z)=2y^3+w(z)$ . Положим  $w=0$ . Таким образом, получаем векторный потенциал  $\mathbf{A} = 3x^2\mathbf{j} + (2y^3-6xz)\mathbf{k}$ .

*Доказать, что векторное поле является соленоидальным и найти один из его векторных потенциалов:*

- 1)  $\mathbf{a} = -xy^2\mathbf{i} + y^2z\mathbf{k}$
- 2)  $\mathbf{a} = 2zx^2\mathbf{j} + 2xy\mathbf{k}$
- 3)  $\mathbf{a} = 2(x-2z)\mathbf{j} + 2xy\mathbf{k}$
- 4)  $\mathbf{a} = \sin y\mathbf{i} + \sin z\mathbf{j} + \cos x\mathbf{k}$
- 5)  $\mathbf{a} = -x \cos z\mathbf{i} + \sin z\mathbf{k}$
- 6)  $\mathbf{a} = (e^y - e^x)\mathbf{k}$
- 7)  $\mathbf{a} = e^x\mathbf{j} + e^{-y}\mathbf{k}$
- 8)  $\mathbf{a} = -e^z\mathbf{i}$
- 9)  $\mathbf{a} = (e^{-z}x - e^{-y}y)\mathbf{i} + e^{-z}\mathbf{k}$
- 10)  $\mathbf{a} = (z-y)(\mathbf{j} + \mathbf{k})$

#### К теме 5. Дифференциальные операторы второго порядка.

Вычислить  $\text{div grad}(f)$ , если  $f$  равно  $f = \sin(\vec{k}\vec{r})$

*Решение.* Вычисляем сначала  $\text{grad} f$  с учетом того, что

$$\vec{k}\vec{r} = k_x x + k_y y + k_z z$$

$$\text{grad}(\sin(\vec{k}\vec{r})) = \frac{\partial(\sin(\vec{k}\vec{r}))}{\partial x} \mathbf{i} + \frac{\partial(\sin(\vec{k}\vec{r}))}{\partial y} \mathbf{j} + \frac{\partial(\sin(\vec{k}\vec{r}))}{\partial z} \mathbf{k} = \cos(\vec{k}\vec{r})(k_x \mathbf{i} + k_y \mathbf{j} + k_z \mathbf{k})$$

Вычисление дивергенции дает:

$$\begin{aligned} \text{div}(\cos(\vec{k}\vec{r})(k_x \mathbf{i} + k_y \mathbf{j} + k_z \mathbf{k})) &= \frac{\partial(\cos(\vec{k}\vec{r})k_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\cos(\vec{k}\vec{r})k_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\cos(\vec{k}\vec{r})k_z)}{\partial z} = \\ &= -\sin(\vec{k}\vec{r})(k_x^2 + k_y^2 + k_z^2) = -k^2 \sin(\vec{k}\vec{r}). \end{aligned}$$

**A.** Вычислить  $\text{div grad } f$  для следующих скалярных полей:

- 1)  $f = \sin(\vec{k}\vec{r})$ ,  $\vec{k}$ - постоянный вектор
- 2)  $f = r^{-1}\sin(\vec{k}\vec{r})$ ,  $\vec{k}$ - постоянный вектор
- 3)  $f = \sin(\vec{k}\vec{\rho})$ ,  $\vec{k}$ - постоянный вектор
- 4)  $f = (\vec{k}\vec{r})^2$ ,  $\vec{k}$ - постоянный вектор
- 5)  $f = (\vec{k}\vec{\rho})^2$ ,  $\vec{k}$ - постоянный вектор
- 6)  $f = 1/r$
- 7)  $f = \ln(\rho)$
- 8)  $f = \exp(-\alpha r)$
- 9)  $f = \exp(-\alpha r^2)$
- 10)  $f = \exp(-\alpha \rho)$
- 11)  $f = \exp(-\alpha \rho^2)$

**B.** Вычислить  $\text{rot rot } \vec{a}$  для векторных полей:

- 1)  $\vec{a}(x^2; xy + y^2; xz + z^2)$
- 2)  $\vec{a}(x^2 + y^2; xz; yz)$
- 3)  $\vec{a}(z^2; xy; yz + z^2)$
- 4)  $\vec{a}(2xz; x^2 + y^2; 2z^2)$

**C.** Вычислить  $\text{rot grad } f$  для следующих скалярных полей:

- 1)  $f = \exp(-\alpha r)$
- 2)  $f = \ln(\rho)$
- 3)  $f = 1/r$

**D.** Вычислить  $\text{div rot } \vec{a}$  для векторных полей  $\vec{a}$ :

- 1)  $\vec{a} = [\vec{\omega}, \vec{r}]$ ,  $\vec{\omega}$  — постоянный вектор
- 2)  $\vec{a}(x^2 + y^2; xz; yz)$

### К теме 6. Вычисление выражений в индексной форме.

Преобразовать выражение с помощью индексного метода  $div[\vec{A}\vec{B}]$

*Решение.* Используем выражение для дивергенции и векторного произведения:

$$div[\vec{A}, \vec{B}] \rightarrow \partial_i \varepsilon_{ijk} A_j B_k = \varepsilon_{ijk} (\partial_i A_j) B_k + \varepsilon_{ijk} A_j (\partial_i B_k) = \varepsilon_{kij} B_k (\partial_i A_j) - \varepsilon_{jik} A_j \partial_i B_k.$$

При переходе к последнему равенству использована антисимметрия символа Леви-Чивита при перестановке пары индексов. Далее учтем, что

$$\varepsilon_{kij} \partial_i A_j = (\text{rot} \mathbf{A})_k$$

Аналогично со вторым слагаемым. Окончательно получаем:

$$(\text{rot} \mathbf{A})_k B_k - (\text{rot} \mathbf{B})_j A_j \rightarrow \mathbf{B} \cdot \text{rot} \mathbf{A} - \mathbf{A} \cdot \text{rot} \mathbf{B}$$

**A.** Преобразовать выражение методом оператора набла  $\nabla$  и затем расписать в частных производных:

- 1)  $div[\vec{A}\vec{B}]$
- 2)  $grad(\vec{A}\vec{B})$
- 3)  $rot[\vec{A}\vec{B}]$
- 4)  $div(f\vec{A})$
- 5)  $rot(f\vec{A})$
- 6)  $grad(\vec{f}\vec{b})$
- 7)  $div grad(\vec{f}\vec{b})$
- 8)  $rot[\vec{\omega}\vec{r}]$ , где  $\vec{\omega}$  - постоянный вектор
- 9)  $div[\vec{\omega}\vec{r}]$ , где  $\vec{\omega}$  - постоянный вектор

**B.** Доказать соотношения, используя индексный метод:

- 1)  $\nabla \times (\mathbf{a}r^n) = nr^{n-2} (\mathbf{r} \times \mathbf{a})$
- 2)  $(\mathbf{b} \cdot \nabla)(\mathbf{a} \times \mathbf{r}) = \mathbf{a} \times \mathbf{b}$
- 3)  $\nabla \times (\mathbf{r}r^n) = 0$
- 4)  $(\mathbf{b} \cdot \nabla)(\mathbf{a}r^n) = nr^{n-2} (\mathbf{r} \cdot \mathbf{b})\mathbf{a}$
- 5)  $\nabla \times (\mathbf{a} \ln r) = \frac{\mathbf{r} \times \mathbf{a}}{r^2}$
- 6)  $(\mathbf{b} \cdot \nabla)(\mathbf{a} \ln r) = \frac{(\mathbf{b} \cdot \mathbf{r})\mathbf{a}}{r^2}$

Векторы  $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{b}$  – постоянные,  $\mathbf{r}$  – радиус-вектор.

**C.** Вычислить следующие выражения, используя индексный метод:

- 1)  $\nabla(\mathbf{a}(\mathbf{c} \cdot \mathbf{r}))$

2)  $\nabla \times (\mathbf{a}(\mathbf{c} \cdot \mathbf{r}))$

3)  $\nabla((\mathbf{r} \times \mathbf{a}) \times \mathbf{r})$

4)  $\nabla \times ((\mathbf{r} \times \mathbf{a}) \times \mathbf{r})$

**К теме 7. Вычисление потенциала векторного поля в криволинейных координатах.**

*Установить потенциальность векторных полей, заданных в сферических (цилиндрических) координатах и найти их потенциалы:*

1)  $\mathbf{a} = \mathbf{e}_\rho + \frac{1}{\rho} \mathbf{e}_\varphi + \mathbf{e}_z$

2)  $\mathbf{a} = \varphi z \mathbf{e}_\rho + z \mathbf{e}_\varphi + \rho \varphi \mathbf{e}_z$

3)  $\mathbf{a} = \varphi \cos z \mathbf{e}_\rho + \cos z \mathbf{e}_\varphi - \rho \varphi \sin z \mathbf{e}_z$

4)  $\mathbf{a} = 2r \mathbf{e}_r + \frac{1}{r} \mathbf{e}_\theta + \frac{1}{r \sin \theta} \mathbf{e}_\varphi$

5)  $\mathbf{a} = \cos \varphi \sin \theta \mathbf{e}_r + \cos \varphi \cos \theta \mathbf{e}_\theta - \sin \varphi \mathbf{e}_\varphi$

**К теме 7. Вычисление дивергенции и ротора векторного поля в криволинейных координатах.**

Вычислить дивергенцию и ротор векторного поля, заданного в сферической системе координат:

$$\mathbf{a} = r^2 \mathbf{e}_r - 2 \cos^2 \varphi \mathbf{e}_\theta + \frac{\varphi}{r^2 + 1} \mathbf{e}_\varphi$$

По определению дивергенция в сферических координатах:

$$\begin{aligned} \operatorname{div} \mathbf{a} &= \frac{\partial a_r}{\partial r} + \frac{2}{r} a_r + \frac{1}{r} \frac{\partial a_\theta}{\partial \theta} + \frac{1}{r \tan \theta} a_\theta + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial a_\varphi}{\partial \varphi} = \frac{\partial r^2}{\partial r} + \frac{2}{r} r^2 + \frac{1}{r} \frac{\partial (-2 \cos^2 \varphi)}{\partial \theta} + \\ &- \frac{1}{r \tan \theta} 2 \cos^2 \varphi + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \varphi} \left( \frac{\varphi}{r^2 + 1} \right) = 4r - \frac{2 \cos^2 \varphi}{r \tan \theta} + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{1}{r^2 + 1}. \end{aligned}$$

Для ротора векторного поля получим:

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \mathbf{a} &= \begin{vmatrix} \mathbf{e}_r & \mathbf{e}_\theta & \mathbf{e}_\varphi \\ r^2 \sin \theta & r \sin \theta & r \\ \frac{\partial}{\partial r} & \frac{\partial}{\partial \theta} & \frac{\partial}{\partial \varphi} \\ a_r & r a_\theta & r \sin \theta a_\varphi \end{vmatrix} = \frac{\mathbf{e}_r}{r^2 \sin \theta} \left( \frac{\partial}{\partial \theta} \left( r \sin \theta \frac{\varphi}{r^2 + 1} \right) - \frac{\partial}{\partial \varphi} (-2r \cos^2 \varphi) \right) - \\ &- \frac{\mathbf{e}_\theta}{r \sin \theta} \left( \frac{\partial}{\partial r} \left( r \sin \theta \frac{\varphi}{r^2 + 1} \right) - \frac{\partial r^2}{\partial \varphi} \right) + \frac{\mathbf{e}_\varphi}{r} \left( \frac{\partial}{\partial r} (-2r \cos^2 \varphi) - \frac{\partial r^2}{\partial \theta} \right) = \\ &= \left( \frac{\varphi \cot \theta}{r(r^2 + 1)} - \frac{2 \sin 2\varphi}{r \sin \theta} \right) \mathbf{e}_r + \frac{(r^2 - 1)\varphi}{(r^2 + 1)^2} \mathbf{e}_\theta - \frac{2 \cos^2 \varphi}{r} \mathbf{e}_\varphi. \end{aligned}$$

Вычислить дивергенцию и ротор векторных полей, заданных в сферических (или цилиндрических координатах)

- 1)  $\mathbf{a} = \varphi \arctan \rho \mathbf{e}_\rho + 2\mathbf{e}_\varphi - z^2 e^z \mathbf{e}_z$
- 2)  $\mathbf{a} = r^2 \mathbf{e}_r - 2 \cos^2 \varphi \mathbf{e}_\theta + \frac{\varphi}{r^2 + 1} \mathbf{e}_\varphi$
- 3)  $\mathbf{a} = (2r + \alpha \cos \varphi) \mathbf{e}_r - \alpha \sin \theta \mathbf{e}_\theta + r \cos \theta \mathbf{e}_\varphi, \alpha = \text{const}$
- 4)  $\mathbf{a} = \cos \varphi \mathbf{e}_r - \frac{\sin \varphi}{\rho} \mathbf{e}_\theta - \rho^2 \mathbf{e}_z$

### К теме 7. Вычисление линейного интеграла векторного поля в криволинейных координатах.

Вычислить линейный интеграл поля, заданного в цилиндрических координатах:

$$\mathbf{a} = z^2 \mathbf{e}_\rho + \rho \varphi \mathbf{e}_\varphi + \cos \varphi \mathbf{e}_z$$

вдоль окружности  $\rho=1, 0 < \varphi < 2\pi, z=2$ .

**Решение.** Запишем общее выражение для линейного интеграла в цилиндрических координатах:

$$\int_L a_\rho d\rho + a_\varphi \rho d\varphi + a_z dz$$

Учтем, что для данной линии  $d\rho=0, dz=0, \rho=1$ . Получим:

$$\int_L \varphi d\varphi = \int_0^{2\pi} \varphi d\varphi = 2\pi^2.$$

А. Вычислить линейный интеграл по данным линиям от полей, заданных в сферических (цилиндрических) координатах:

$$1) \mathbf{a} = z\mathbf{e}_\rho + \rho\varphi\mathbf{e}_\varphi + \cos\varphi\mathbf{e}_z$$

L – отрезок прямой:  $\rho=a, \varphi=0, 0 \leq z \leq 1$ .

$$2) \mathbf{a} = e^\rho \cos \varphi \mathbf{e}_\rho + \rho \sin \varphi \mathbf{e}_\varphi + \rho \mathbf{e}_z$$

L – виток винтовой линии:  $\rho=R, z=\varphi, 0 \leq \varphi \leq 2\pi$ .

$$3) \mathbf{a} = 4r^3 \tan\left(\frac{\varphi}{2}\right) \mathbf{e}_r + \theta\varphi\mathbf{e}_\theta + \cos^2\varphi\mathbf{e}_\varphi$$

L – отрезок прямой:  $\varphi=\pi/2, \Theta=\pi/4, 0 \leq r \leq 1$ .

В. Вычислить циркуляцию непосредственно и по теореме Стокса для векторных полей, заданных в сферических (цилиндрических) координатах:

$$1) \mathbf{a} = z\mathbf{e}_\rho + \rho z\mathbf{e}_\varphi + \rho\mathbf{e}_z$$

L – окружность:  $\rho=1, z=0$ .

$$2) \mathbf{a} = z\cos\varphi\mathbf{e}_\rho + \rho\mathbf{e}_\varphi + \varphi^2\mathbf{e}_z$$

L – петля:  $\rho=\sin\varphi, z=1$ .

$$3) \mathbf{a} = r\sin\theta\mathbf{e}_r + \theta e^\theta \mathbf{e}_\theta$$

L – петля:  $r=\sin\varphi, \Theta=\pi/2, 0 \leq \varphi \leq \pi$ .

**К теме 7. Вычисление потока векторного поля в криволинейных координатах.**

Вычислить поток векторного поля, заданного в сферических координатах

$$\mathbf{a} = r \cos\theta\mathbf{e}_r + r\theta - 3\varphi \sin\theta\mathbf{e}_\varphi$$

через верхнюю полусферу радиуса R с центром в начале координат.

*Решение.* В сферических координатах нормаль к сфере совпадает с радиальным ортом системы координат. Поэтому искомый поток равен:

$$\iint_S \mathbf{a} \cdot d\mathbf{S} = \iint_S a_r r^2 \sin\theta d\theta d\varphi.$$

Далее учтем, что на верхней полусфере значение  $r=R$ , а полярный и азимутальный углы пробегают значения от 0 до  $\pi/2$  и от 0 до  $2\pi$  соответственно. Поэтому

$$\iint_S a_r r^2 \sin \theta d\theta d\varphi = \int_0^{2\pi} R^3 d\varphi \int_0^{\pi/2} \sin \theta \cos \theta d\theta = \pi R^3.$$

*Вычислить поток векторного поля, заданного в цилиндрических (сферических) координатах, через данную поверхность S:*

$$1) \mathbf{a} = \rho \mathbf{e}_\rho + \rho \varphi \mathbf{e}_\varphi - 2z \mathbf{e}_z$$

S – замкнутая поверхность, образованная цилиндром  $\rho=1$ , полуплоскостями  $\varphi=0$  и  $\varphi=\pi/2$  и плоскостями  $z=-1$ ,  $z=1$ .

$$2) \mathbf{a} = r \mathbf{e}_r + r \sin \theta \mathbf{e}_\theta - 3r\varphi \sin \theta \mathbf{e}_\varphi$$

S – верхняя полусфера радиуса R с центром в начале координат.

$$3) \mathbf{a} = r \mathbf{e}_r - r \sin \theta \mathbf{e}_\varphi$$

S – поверхность, ограниченная полусферой радиуса R и плоскостью  $\varphi=\pi/4$  в направлении вектора  $\mathbf{e}_\varphi$ .

$$4) \mathbf{a} = r \sin \left( \frac{\varphi}{2} \right) \mathbf{e}_\theta + r \sin \theta \cos \varphi \mathbf{e}_\varphi$$

S – внешняя сторона замкнутой поверхности, образованной верхней частью конуса  $3^{1/2}z^2=x^2+y^2$  и плоскостью  $z=3^{1/2}$ . Указание: записать уравнение поверхностей в сферических координатах.

## Контрольные и самостоятельные работы

### Тематика контрольных и самостоятельных работ

1. Тензорная алгебра.
2. Скалярные и векторные поля (градиент, производная по направлению, линейный интеграл векторного поля).
3. Интегральные теорема векторного анализа. Векторный потенциал.  
Векторный анализ в криволинейных координатах.

### Типовые варианты контрольных работ. По теме

#### “Тензорная алгебра”:

1. Найти компоненты  $T = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 2 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$  в с.к., повернутой относительно исходной на  $60^\circ$  вокруг оси X.

2. Найти след произведения  $A_{ik}B_{km}$ , где  $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 2 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ ,  $B = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 0 \\ 2 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ .

3. Найти собственные значения и собственные векторы тензора

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}.$$

4. Даны тензор  $T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}$  и вектор  $A = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$ . Найти выражения:

$$T_{ik}A_k, A_i T_{ik}, \epsilon_{ijk} T_{jk} - \delta_{ij} A_j, \epsilon_{ijk} A_i - T_{jk}.$$

5. Координаты параболического цилиндра  $(q^1, q^2, q^3) = (u, v, z)$  связаны с декартовыми по следующим формулам:  $x = \frac{c}{2}(u^2 - v^2)$ ,  $y = cuv$ ,  $z = z$

( $c$  – постоянная величина).

Выразить базисные векторы  $e_i$  через декартовы орты, найти компоненты метрического тензора  $g_{ik}$  данной системы координат.

#### По теме “Скалярные и векторные поля (градиент, производная по направлению, линейный интеграл векторного поля)”:

1. Найти градиент скалярного поля в точке M:  $u = \arcsin z + \arctan \frac{x}{y}$ ,  $M(1, 1, 1/2)$ .

2. Вычислить производную по направлению скалярного поля  $u = \arctan \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}}$  в точке  $M(1, 0, 1)$  по направлению нормали к плоскости  $2x - 3y - 5z = 8$ .

3. Найти потенциал векторного поля: а)  $\mathbf{A} = \frac{y}{x^2+1} \mathbf{i} + (2y + \arctan x) \mathbf{j}$ ;

б)  $\mathbf{A} = y \cos(xy) \mathbf{i} + x \cos(xy) \mathbf{j} + 2ze^{z^2} \mathbf{k}$

4. Найти циркуляцию векторного поля  $\mathbf{a} = (y+z) \mathbf{i} - zx \mathbf{j} + z^3 \mathbf{k}$  по окружности  $y^2 + (x-2)^2 = 4, z = 2$ .

5. Найти линейный интеграл векторного поля  $\mathbf{a} = y \mathbf{i} - x^2 \mathbf{j}$  по а) участку параболы  $x = y^2 + 1$ , соединяющей точки (2,1) и (5,2); б) ломаной линии  $y = |3-x|$ , соединяющей эти же точки.

**По теме “Интегральные теорема векторного анализа. Векторный потенциал. Векторный анализ в криволинейных координатах”:**

1. Найти поток векторного поля через указанную поверхность:

$\mathbf{a} = x \mathbf{i} + y \mathbf{j} + z^2 \mathbf{k}$  через внешнюю часть боковой поверхности конуса  $z = \sqrt{y^2 + x^2} + 1$ , ограниченного плоскостью  $z=3$ .

2. Найти поток векторного поля через замкнутую поверхность:

$\mathbf{a} = x^2 \mathbf{i} + y^3 \mathbf{j} + z \mathbf{k}, S: z = 2 - \sqrt{x^2 + y^2}, z = x^2 + y^2$

3. Найти циркуляцию векторного поля по теореме Стокса:

$\mathbf{a} = zy \mathbf{i} - z^2 \mathbf{j} + xz^2 \mathbf{k}, L: \begin{cases} y = \sqrt{x^2 + z^2} \\ y = 1/2 \end{cases}$

4. Найти векторный потенциал векторного поля:

$\mathbf{a} = x \cos y \mathbf{i} + (-\sin y + zy) \mathbf{j} - \frac{z^2}{2} \mathbf{k}$ .

5. Доказать потенциальность и найти потенциал векторного поля, заданного в цилиндрических координатах:  $\mathbf{a} = (\ln \rho + 1) \mathbf{e}_\rho + \frac{z}{\rho} \mathbf{e}_\varphi + \varphi \mathbf{e}_z$

6. Найти циркуляцию векторного поля, заданного в сферических координатах:  $\mathbf{a} = \theta \sin \varphi \mathbf{e}_r + r \mathbf{e}_\theta + \frac{1}{r} \mathbf{e}_\varphi, L$  - петля:  $\{r = \cos^2 \varphi, \theta = \frac{\pi}{2}, \pi/2 \leq \varphi \leq 3\pi/2\}$ .

**Типовой вариант домашней самостоятельной работы:**

1. Найти поток векторного поля  $\mathbf{A} = (x+y) \mathbf{i} + (y+z) \mathbf{j} + (z+x) \mathbf{k}$  через замкнутую поверхность  $S = \begin{cases} z = 8 - x^2 - y^2 \\ z = 4 \end{cases}$ .

2. Найти поток векторного поля  $\mathbf{A} = y \mathbf{i} + (y+z) \mathbf{j} + z \mathbf{k}$  через поверхность

$S = \begin{cases} x^2 + y^2 = 4 \\ x \geq 0, 0 \leq z \leq 4 \end{cases}$ .

3. Найти циркуляцию векторного поля  $\mathbf{A} = y \mathbf{i} - x \mathbf{j} + z^2 \mathbf{k}$  вдоль контура  $L$  непосредственным вычислением и с использованием теоремы Стокса, где  $L$  - контур в плоскости  $XY$ , образованный линиями  $x = 0, y = 2 - x, y = x^2$ .

4. Вычислить циркуляцию векторного поля  $\mathbf{A} = (xz + y)\mathbf{i} + (yz - x)\mathbf{j} - (x^2 + y^2)\mathbf{k}$  вдоль линии  $L = \begin{cases} x^2 + y^2 = 1 \\ z = 3 \end{cases}$

5. Вычислить линейный интеграл векторного поля  $\mathbf{A} = (x^2 y + \ln x)\mathbf{i} + (x^2 + y^2)\mathbf{j}$  вдоль: а) участка параболы  $y = x^2$ , соединяющего точки (0, 0) и (2, 4); б) прямой, соединяющей эти же точки.

6. Найти компоненты  $T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & \sqrt{2} \\ \sqrt{2} & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 1 \end{pmatrix}$  в с.к., повернутой относительно

исходной на  $45^\circ$  вокруг оси Y.

7. Найти тензор  $T_{ik} = A_i B_k$ , где  $A = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 4 \end{pmatrix}$ ,  $B = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix}$ .

8. Найти собственные значения и собственные векторы тензора

$$T = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

9. Даны тензор  $T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 3 & 2 & 3 \\ 0 & 2 & 1 \end{pmatrix}$  и вектор  $A = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}$ . Найти выражения  $T_{ik}A_k$ ,  $A_i T_{ik}$

$$\varepsilon_{ijk} T_{jk} A_i, \varepsilon_{ijk} A_k.$$

10. Просуммировать по повторяющимся индексам:  $\varepsilon_{ijk} \varepsilon_{ilm} T_{jk} T_{lm}$ , где T - симметричный тензор.

11. Трехмерные параболические координаты  $(q^1, q^2, q^3) = (\sigma, \tau, \varphi)$  связаны с декартовыми по следующим формулам:  $x = \sigma\tau \cos\varphi$ ,  $y = \sigma\tau \sin\varphi$ ,  $z = \frac{1}{2}(\tau^2 - \sigma^2)$ .

Выразить базисные векторы  $\mathbf{e}_i$  через декартовы орты, найти компоненты метрического тензора  $g_{ik}$  данной системы координат.

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

#### Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Ортогональные преобразования систем координат. Преобразование вектора при переходе от одной системы координат к другой.

2. Определение тензора второго ранга. Преобразование тензора при переходе от одной системы координат к другой.

3. Взаимные базисы векторов. Ковариантные и контравариантные векторы.

4. Сложение, умножение и свертывание тензоров. Симметричные и антисимметричные тензоры.
5. Собственные значения и собственные векторы симметричного тензора 2-го ранга.
6. Скаляры и векторы. Смешанное и двойное векторное произведения.
7. Индексная запись в векторной алгебре. Символы Кронекера и Леви-Чивита.
8. Скалярное поле. Линии и поверхности уровня. Градиент скалярного поля.
9. Способы задания скалярных полей и задания градиента. Свойства градиента.
10. Производная по направлению скалярного поля.
11. Векторное поле. Векторные линии.
12. Линейный интеграл векторного поля. Потенциальное поле.
13. Потенциал векторного поля. Восстановление потенциала по полю.
14. Применение понятия градиента в теории теплопроводности. Закон Фурье.
15. Применение понятия градиента в гидродинамике. Уравнение Эйлера.
16. Криволинейные координаты. Сферическая и цилиндрическая системы координат.
17. Коэффициенты Ламе. Частный случай сферической и цилиндрической системы координат.
18. Оператор Гамильтона. Его свойства и связь с градиентом, дивергенцией и ротором. Дифференциальные операторы 2-го порядка.
19. Поток и дивергенция векторного поля.
20. Теорема Остроградского-Гаусса.
21. Формула Грина. Теорема Стокса. Ротор векторного поля.
22. Формулы Грина.
23. Соленоидальное векторное поле. Векторный потенциал.
24. Градиент, дивергенция и ротор в криволинейных координатах.
25. Поток и линейный интеграл векторного поля в криволинейных координатах.
26. Оператор Лапласа в криволинейных координатах.
27. Лапласово векторное поле. Гармонические функции.
28. Основная теорема векторного анализа.

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Девятибалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

#### 9. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

**Основная литература:**

1. Высшая математика. Разделы : кратные интегралы, векторный анализ, ряды, элементы комплексного анализа : учебное пособие / И. А. Кашапов, Р. Ф. Кашапова, М. И. Орлов, В. Ф. Софиева. - Москва : ИД МИСиС, 1999. - 122 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1230599>
2. Ким-Тян, Л. Р. Интегральное исчисление функций многих переменных : векторный анализ : курс лекций / Л. Р. Ким-Тян, И. С. Недосекина. - Москва : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2018. - 96 с. - ISBN 978-5-906846-98-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/123053>

#### **Дополнительная литература:**

1. Димитриенко, Ю. И. Тензорное исчисление: Учеб. пос. для студ. вузов, обуч. по физико-математич. и машиностроит. спец./ Ю. И. Димитриенко. - М.: Высш. шк., 2001. - 575 с. - Библиогр.: с. 567-568. - ISBN 5-06-004155-7. Имеются экземпляры в отделах: всего 63: УБ(62), ч.з.Н3(1).
2. Гопенгауз, Б. Е. Основы тензорного анализа : курс лекций / Б. Е. Гопенгауз. - Москва : ИД МИСиС, 2001. - 165 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1231408>

### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

#### **«Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду университета. Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## 1. Наименование дисциплины: «Математический анализ».

**Целью** дисциплины «Математический анализ» - является изложение классических основ математического анализа и методики решения задач в указанной области, подготовка студентов к чтению математической и прикладной научной литературы, где широко применяется язык этой математической дисциплины, выработка у студентов умения использовать методы математического анализа в своей исследовательской деятельности в профессиональной области.

**Задачами** дисциплины являются

- формирование устойчивых знаний, умений, навыков по нахождению пределов;
- формирование устойчивых знаний, умений, навыков по дифференциальному и интегральному исчислению функций одной переменной и их приложениям.
- формирование устойчивых знаний, умений, навыков по дифференциальному и интегральному исчислению функций многих переменных и их приложениям.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен использовать знания в области физики, математики и инженерии для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Демонстрирует знания законов физики и математического аппарата. ОПК-1.2. Решает физические и инженерные задачи, используя математический аппарат. ОПК-1.3. Решает задачи профессиональной деятельности через решение фундаментальных физических и инженерных задач.	<b>Знать:</b> основные положения теории пределов функций, основные теоремы дифференциального и интегрального исчисления функций одного и нескольких переменных; основы векторного анализа, в том числе при планировании и теоретическом обосновании эксперимента. <b>Уметь:</b> ориентироваться в постановках задач; строго доказывать математическое утверждение; определять возможности применения методов математического анализа для планирования и обработки результатов экспериментов; пользоваться библиотеками прикладных программ и пакетами программ для решения прикладных математических задач. <b>Владеть:</b> практическими навыками решения основных задач теории пределов функций, дифференцирования, интегрирования и разложения функций в ряды, в том числе для оценки погрешностей при обработке результатов экспериментов.

<p>ОПК-2. Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.</p>	<p>ОПК-2.1. Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из области физико-математических наук и инженерии.  ОПК-2.2. Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии.  ОПК-2.3. Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b>  Современные методы и подходы в инженерии, применимые для проектирования решений научно-исследовательских задач в области математического анализа  <b>Уметь:</b>  проводить поиск и анализ научно-технической информации для выявления актуальных исследовательских проблем в области математического анализа  <b>Владеть:</b>  Способностью интегрировать знания из математического анализа для решения практических задач в различных сферах деятельности</p>
---	---	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математический анализ» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-

заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Введение в математический анализ	Предмет математического анализа. Множества. Отображения множеств. Эквивалентность множеств. Числовые множества. Непрерывность множества действительных чисел. Ограниченные множества. Верхние и нижние грани числовых множеств. Множество комплексных чисел
2	Тема 2. Числовые функции одного действительного переменного	Понятие функции. Способы задания. Основные характеристики поведения функции. Сложная функция, обратная функция. Основные элементарные функции и их графики. Функции, заданные параметрически и в полярных координатах.
3	Тема 3. Пределы числовых последовательностей.	Числовая последовательность и ее предел. Признаки сходимости числовых последовательностей. Предельные точки последовательностей, нижний и верхний пределы. Критерий Коши сходимости последовательности. Вычисление пределов числовых последовательностей
4	Тема 4. Предел функции и его свойства. Замечательные пределы и их приложения	Понятие предела функции. Общие свойства пределов функций. Свойства пределов, связанные с неравенствами. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Свойства бесконечно малых функций. Основные теоремы о пределах. Замечательные пределы. Критерий Коши существования предела функции. Предел монотонных функций. Сравнение асимптотического поведения функций. Основные приемы раскрытия неопределенностей.
5	Тема 5. Непрерывность функции в точке и на множестве	Непрерывность функции в точке и на множестве. Точки разрыва функции и их классификация. Локальные свойства непрерывных функций. Действия над непрерывными функциями. Свойства функций, непрерывных на отрезке. Равномерная непрерывность функции

6	Тема 6. Дифференцирование функции одной переменной. Производная	<p>Понятие производной функции. Механический и геометрический смысл производной. Дифференцируемость функции. Дифференциал функции. Производная и дифференциал сложной функции. Инвариантность формы дифференциала. Правила дифференцирования. Производные и дифференциалы основных элементарных функций. Производная обратной функции. Производные и дифференциалы обратных тригонометрических функций. Производные и дифференциалы гиперболических функций. Таблица производных основных элементарных функций. Дифференцирование неявных функций. Логарифмическое дифференцирование. Производная степенно-показательной функции. Дифференцирование функций, заданных параметрически. Производные высших порядков. Дифференциалы высших порядков. Теоремы о среднем. Правило Лопиталя. Формула Тейлора. Разложение по формуле Маклорена некоторых элементарных функций. Приложения формулы Тейлора.</p>
7	Тема 7. Приложение производной	<p>Возрастание и убывание функций. Точки локального экстремума функции. Необходимые и достаточные условия существования экстремума функции. Абсолютные экстремумы функции на отрезке. Исследование функций на выпуклость и вогнутость. Точки перегиба. Асимптоты графика функции. Общая схема исследования функции. Приближенное решение уравнений</p>
8	Тема 8. Неопределенный интеграл и методы интегрирования	<p>Первообразная функции и неопределенный интеграл. Основные свойства неопределенного интеграла. Таблица основных правил и формул интегрирования. Основные методы интегрирования.</p>
9	Тема 9. Определённый интеграл и способы его вычисления	<p>Интегральная сумма. Понятие определенного интеграла. Геометрический и физический смысл определенного интеграла. Условия интегрируемости функций. Классы интегрируемых функций. Основные свойства определенного интеграла. Определенный интеграл с переменным верхним пределом интегрирования. Формула Ньютона-Лейбница. Основные методы вычисления определенного интеграла. Несобственные интегралы. Приближенные методы вычисления определенных интегралов</p>
10	Тема 10. Приложения определённого интеграла в геометрии и физике	<p>Площадь плоской фигуры. Вычисление площадей плоских фигур в прямоугольной системе координат. Вычисление площадей плоских фигур в полярной системе координат. Вычисление длины кривой. Вычисление площади поверхности вращения. Вычисление объемов пространственных тел. Вычисление работы переменной силы. Вычисление силы давления жидкости. Вычисление статических моментов, моментов инерции и координат центра масс</p>
11	Тема 11. Функции нескольких независимых переменных. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	<p>Пространство <math>R^n</math>. Понятие функции нескольких переменных. Открытые и замкнутые множества в метрических пространствах. Понятие функции нескольких переменных. Понятие предела</p>

		<p>функции нескольких переменных. Непрерывность функции нескольких переменных. Основные свойства непрерывных функций.</p> <p>Дифференцирование функций нескольких переменных. Дифференцируемость функции нескольких переменных. Необходимое и достаточное условие дифференцируемости. Полный дифференциал функции нескольких переменных. Дифференцирование сложной функции. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Геометрический смысл полного дифференциала функции двух независимых переменных. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора для функции двух переменных. Локальные экстремумы функции двух переменных. Условный экстремум функции нескольких переменных. Наибольшее и наименьшее значения (глобальные экстремумы) функции двух переменных в замкнутой области</p>
	Тема 12. Кратные и криволинейные интегралы	<p>Задачи, приводящие к понятию двойного интеграла. Определение двойного интеграла. Условия существования двойного интеграла. Классы интегрируемых функций. Свойства двойных интегралов. Вычисление двойного интеграла в случае прямоугольной области. Вычисление двойного интеграла в случае криволинейной области. Замена переменных в двойном интеграле. Геометрические приложения двойного интеграла. Приложения двойных интегралов в механике.</p> <p>Понятие тройного интеграла. Вычисление тройного интеграла. Замена переменных в тройном интеграле.</p> <p>Криволинейные интегралы первого рода.</p>
		<p>Вычисление криволинейных интегралов первого рода. Механические приложения криволинейного интеграла 1 рода</p> <p>Криволинейные интегралы второго рода. Криволинейные интегралы второго рода. Вычисление криволинейных интегралов второго рода. Криволинейные интегралы второго рода по замкнутому контуру. Формула Грина. Независимость криволинейных интегралов от пути интегрирования. Интегрирование полных дифференциалов.</p> <p>Поверхностные интегралы первого рода</p> <p>Понятие поверхностного интеграла первого рода. Площадь поверхности. Вычисление поверхностного интеграла первого рода. Приложения поверхностного интеграла первого рода.</p> <p>Поверхностные интегралы второго рода</p> <p>Поверхностные интегралы второго рода и их вычисление. Формула Остроградского. Формула Стокса.</p>
13	Тема 13. Элементы теории поля	<p>Постановка задачи векторного анализа. Скалярные поля и их характеристики. Векторное поле. Ротор и поток векторного поля. Теоремы Остроградского и Стокса. Специальные виды векторных полей</p>

**6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела	Тема лекции
1	Тема 1. Введение в математический анализ	Числовые множества. Операции над множествами. Ограниченные множества.
2	Тема 2. Числовые функции одного действительного переменного	Основные элементарные функции. Функции, заданные параметрически и в полярных координатах.
3	Тема 3. Пределы числовых последовательностей.	Числовая последовательность и ее предел. Признаки сходимости числовых последовательностей.
4	Тема 4. Предел функции и его свойства. Замечательные пределы и их приложения	Понятие предела функции. Общие свойства пределов функций. Свойства пределов, связанные с неравенствами. Бесконечно малые и бесконечно большие функции.
5	Тема 5. Непрерывность функции в точке и на множестве	Непрерывность функции в точке и на множестве. Свойства функций, непрерывных на отрезке.
6	Тема 6. Дифференцирование функции одной переменной. Производная	Понятие производной функции. Дифференцируемость функции. Дифференциал функции. Производные и дифференциалы основных элементарных функций. Теоремы о среднем. Правило Лопиталя.
7	Тема 7. Приложение производной	Приложения производных
8	Тема 8. Неопределенный интеграл и методы интегрирования	Первообразная функции и неопределенный интеграл. Основные свойства неопределенного интеграла. Основные методы интегрирования.
9	Тема 9. Определенный интеграл и способы его вычисления	Интегральная сумма. Понятие определенного интеграла. Основные методы вычисления определенного интеграла. Приближенные методы вычисления определенных интегралов
10	Тема 10. Приложения определенного интеграла в геометрии и физике	Геометрические приложения определенных интегралов. Физические приложения интегралов.
11	Тема 11. Функции нескольких независимых переменных. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	Понятие функции нескольких переменных. Дифференцирование функций нескольких переменных. Локальные экстремумы функции двух переменных. Условный экстремум функции нескольких переменных.
	Тема 12. Кратные и криволинейные интегралы	Понятие интеграла по фигуре и его свойства. Частные виды интегралов по фигуре от скалярной функции и их вычисление. Понятие интеграла по ориентированной фигуре от векторной функции. Формулы Остроградского и Стокса.
13	Тема 13. Элементы теории поля	Скалярные поля и их характеристики. Векторные поля их основные характеристики. Специальные виды векторных полей

№ п/п	Наименование раздела	Тема практических занятий
-------	----------------------	---------------------------

1	Тема 1. Введение в математический анализ	Числовые множества. Операции над множествами. Ограниченные множества.
2	Тема 2. Числовые функции одного действительного переменного	Основные элементарные функции. Функции, заданные параметрически и в полярных координатах.
3	Тема 3. Пределы числовых последовательностей.	Числовая последовательность и ее предел. Признаки сходимости числовых последовательностей.
4	Тема 4. Предел функции и его свойства. Замечательные пределы и их приложения	Понятие предела функции. Общие свойства пределов функций. Свойства пределов, связанные с неравенствами. Бесконечно малые и бесконечно большие функции.
5	Тема 5. Непрерывность функции в точке и на множестве	Непрерывность функции в точке и на множестве. Свойства функций, непрерывных на отрезке.
6	Тема 6. Дифференцирование функции одной переменной. Производная	Понятие производной функции. Дифференцируемость функции. Дифференциал функции. Производные и дифференциалы основных элементарных функций. Теоремы о среднем. Правило Лопиталья.
7	Тема 7. Приложение производной	Приложения производных
8	Тема 8. Неопределенный интеграл и методы интегрирования	Первообразная функции и неопределенный интеграл. Основные свойства неопределенного интеграла.
		Основные методы интегрирования.
9	Тема 9. Определенный интеграл и способы его вычисления	Интегральная сумма. Понятие определенного интеграла. Основные методы вычисления определенного интеграла. Приближенные методы вычисления определенных интегралов
10	Тема 10. Приложения определенного интеграла в геометрии и физике	Геометрические приложения определенных интегралов. Физические приложения интегралов.
11	Тема 11. Функции нескольких независимых переменных. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	Понятие функции нескольких переменных. Дифференцирование функций нескольких переменных. Локальные экстремумы функции двух переменных. Условный экстремум функции нескольких переменных.
	Тема 12. Кратные и криволинейные интегралы	Понятие интеграла по фигуре и его свойства. Частные виды интегралов по фигуре от скалярной функции и их вычисление. Понятие интеграла по ориентированной фигуре от векторной функции. Формулы Остроградского и Стокса.
13	Тема 13. Элементы теории поля	Скалярные поля и их характеристики. Векторные поля их основные характеристики. Специальные виды векторных полей

Требования к самостоятельной работе студентов  
При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Для этого необходимо изучить конспекты предыдущих лекций. Рекомендуется повторить сложный для восприятия материал, используя учебные материалы информационного ресурса LMS-

3 по адресу <https://lms-3.kantiana.ru/course/view.php?id=2326>.

Рекомендуется просмотр лекционных демонстраций из образовательного канала одного из авторов

<https://rutube.ru/channel/25396152/>

1. При подготовке к практическим занятиям, прежде всего, необходимо решить домашнее задание, а затем изучить необходимый теоретический минимум к следующему практическому заданию. При решении задач полезно пользоваться книгами, которые называются «Руководство к решению задач».

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Введение в математический анализ	ОПК-1, ОПК-2	Устный опрос, решения задач.
Тема 2. Числовые функции одного действительного переменного	ОПК-1, ОПК-2	Устный опрос, решения задач.
Тема 3. Пределы числовых последовательностей	ОПК-1, ОПК-2	Устный опрос, решения задач.
Тема 4. Предел функции и его свойства. Замечательные пределы и их приложения	ОПК-1, ОПК-2	Устный опрос, решения задач.
Тема 5. Непрерывность функции в точке и на множестве	ОПК-1, ОПК-2	Устный опрос, решения задач.
Тема 6. Дифференцирование функции одной переменной. Производная	ОПК-1, ОПК-2	Устный опрос, решения задач.
Тема 7. Приложение производной	ОПК-1, ОПК-2	Устный опрос, решения задач.
Тема 8. Неопределенный интеграл и методы интегрирования	ОПК-1, ОПК-2	Устный опрос, решения задач.
Тема 9. Определенный интеграл и способы его вычисления	ОПК-1, ОПК-2	Устный опрос, решения задач.
Тема 10. Приложения определенного интеграла в геометрии и физике	ОПК-1, ОПК-2	Устный опрос, решения задач.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 11. Функции нескольких независимых переменных. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	ОПК-1, ОПК-2	Устный опрос, решения задач.
Тема 12. Кратные и криволинейные интегралы	ОПК-1, ОПК-2	Устный опрос, решения задач.
Тема 13. Элементы теории поля	ОПК-1, ОПК-2	Устный опрос, решения задач.

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

**Тема 1.** Введение в математический анализ. Множества. Основные числовые множества. Действительные и комплексные числа

- Понятие рационального числа;
- Сравнение рациональных чисел;
- Соотношения между числовыми множествами;
- Определить объединение множеств;
- Определить операцию пересечения множеств;
- Определить декартово произведение множеств;

**Тема 2.** Числовые функции одного действительного переменного

- Понятие функции;
- Перечислить основные элементарные функции;
- Изобразить график основных элементарных функций;
- Определить возрастающую функцию;
- Дать определение периодической функции;
- Дать определение ограниченной на множестве функции;

**Тема 3.** Пределы числовых последовательностей

- Дать определение числовой последовательности;
- Дать определение убывающей числовой последовательности;
- Дать определение возрастающей числовой последовательности;
- Дать определение ограниченной числовой последовательности;
- Дать определение предела числовой последовательности на языке « $\epsilon$ » - « $\delta$ »;
- Привести пример ограниченной, но не сходящейся числовой последовательности;
- Дать определение, на языке « $\epsilon$ » - « $\delta$ », бесконечно малой последовательности;

- Дать определение, на языке « $\epsilon$ » - « $\delta$ », бесконечно большой последовательности;
- Привести графическую интерпретацию предела числовой последовательности;

**Тема 4.** Предел функции и его свойства. Замечательные пределы и их приложения

- Дать определение предела функции в смысле Гейне;
- Дать определение предела функции в смысле Коши;
- Дать определение левого одностороннего предела функции;
- Изобразить графическую интерпретацию предела функции в смысле Коши;
- Изобразить графическую интерпретацию левого одностороннего предела функции;
- Дать определение правого одностороннего предела функции;
- Изобразить графическую интерпретацию правого одностороннего предела функции;
- Перечислить основные приемы раскрытия неопределённостей;
- Перечислить основные типы неопределённостей;

**Тема 5.** Непрерывность функции в точке и на множестве

- Дать определение непрерывной функции в точке;
- Дать определение непрерывной функции на множестве;
- Дать определение непрерывной функции в точке на языке « $\epsilon$ » - « $\delta$ »;
- Дать определение непрерывной функции в точке с использованием приращений аргумента и функции;
- Сформулировать определение точки разрыва первого рода;
- Сформулировать определение точки разрыва второго рода;
- Дать определение понятия «устранимый разрыв»;

**Тема 6.** Дифференцирование функции одной переменной. Производная

- Сформулировать определение дифференцируемой в точке функции;
- Сформулировать теорему о необходимом условии дифференцирования функции;
- Сформулировать теорему о достаточных условиях дифференцирования функции;
- Определить алгоритм для определения производной;
- Дать определение односторонних производных;
- Вывести формулу вычисления производной логарифмической функции;

- Вывести формулу вычисления производной степенной функции;
- Вывести формулу вычисления производной показательной функции;
- Вывести формулу вычисления производной тригонометрических функций;
- Вывести формулу вычисления производной гиперболических функций;
- Вывести формулу вычисления производной обратных тригонометрических функций;
- Описать вычисление производной неявных функций;
- Описать вычисление производной функций, заданных параметрически;

#### **Тема 7. Приложение производной**

- Определить алгоритм вычисления угла между кривыми;
- Определить алгоритм исследования функции на возрастание и убывание;
- Определить алгоритм исследования функции на экстремум;
- Определить алгоритм исследования функции на выпуклость и вогнутость;
- Определить алгоритм нахождения точек перегиба графика функции;
- Определить алгоритм нахождения асимптот графика функции;
- Определить формулу касательной;
- Вывести формулу нормали к графику функции;
- Описать алгоритм нахождения наибольшего и наименьшего значений функции на отрезке;
- Описать метод касательных приближенного решения уравнений;
- Описать метод хорд приближенного решения уравнений;
- Описать комбинированный метод приближенного решения уравнений;
- Описать приемы применения дифференциалов для приближенного вычисления функций;

#### **Тема 8. Неопределенный интеграл и методы интегрирования**

- Дать определение первообразной функции;
- Дать определение неопределённого интеграла;
- Записать формулу взаимосвязи различных первообразных одной функции;
- Кому принадлежит авторство определения понятия «неопределённый интеграл»;
- Перечислить основные свойства неопределённого интеграла;
- Записать подстановки, применяемые при вычислении интегралов от тригонометрических функций;

- Записать подстановки, применяемые при вычислении интегралов от иррациональных функций;
- Перечислить типы элементарных дробей;
- Описать алгоритм интегрирования рациональных дробей;
- Перечислить подстановки Эйлера;
- Назвать достоинства и недостаток подстановок Эйлера;
- Перечислить подстановки Чебышёва;
- Назвать отечественных математиков, внесших вклад в развитие теории интегрирования;

#### **Тема 9.** Определённый интеграл и способы его вычисления

- Дать определение интегральной суммы Римана;
- Дать определение сумм Дарбу;
- Дать определение определенного интеграла;
- Сформулировать свойства линейности определенного интеграла;
- Сформулировать основные свойства определенного интеграла;
- Сформулировать теорему о среднем в определенном интеграле;
- Описать алгоритм непосредственного интегрирования в определенном интеграле;
- Сформулировать теорему о замене переменной в определенном интеграле;
- Записать формулу вычисления по частям в определенном интеграле;
- Перечислить приближенные методы вычисления определенного интеграла;
- Описать графическую интерпретацию определенного интеграла;

#### **Тема 10.** Приложения определённого интеграла в геометрии и физике

- Дать определение квадратуемой фигуры;
- Описать алгоритм вычисления площадей плоских фигур в прямоугольной декартовой системе координат;
- Описать алгоритм вычисления площадей плоских фигур в полярной системе координат;
- Описать алгоритм вычисления площадей плоских фигур в случае параметрического задания кривых;
- Дать определение спрямляемой кривой;
- Описать алгоритм вычисления длины кривой в прямоугольной декартовой системе координат;

- Описать алгоритм вычисления длины кривой в случае параметрического задания;
- Описать алгоритм вычисления длины кривой в полярной системе координат;
- Описать алгоритм вычисления объема фигуры по поперечному сечению;
- Описать алгоритм вычисления объема фигуры вращения;
- Написать формулы для вычисления центра масс плоской фигуры;
- Написать формулы для вычисления центра масс пространственного тела;
- Дать определение момента вращения относительно оси;
- Дать определение момента инерции относительно оси;

**Тема 11.** Функции нескольких независимых переменных. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных

- Дать определение метрического пространства;
- Дать определение функции нескольких переменных;
- Дать определение предела функции нескольких переменных в смысле Гейне;
- Дать определение предела функции нескольких переменных в смысле Коши;
- Изобразить графическую интерпретацию предела функции нескольких переменных в смысле Коши;
- Дать определение непрерывности функции двух переменных;
- Сформулировать Теорему Вейерштрасса для функции двух переменных;
- Дать определение частных приращений функции нескольких переменных;
- Дать определение полного приращения функции нескольких переменных;
- Дать определение частной производной функции нескольких переменных;
- Объяснить графическую интерпретацию частной производной функции нескольких переменных;
- Вывести формулу частной производной сложной функции нескольких переменных;
- Дать определение дифференцируемости функции нескольких переменных;
- Сформулировать достаточные условия дифференцируемости функции нескольких переменных;
- Вывести формулу полного дифференциала функции нескольких переменных;

- Дать определение локального минимума функции нескольких переменных;
- Дать определение локального максимума функции нескольких переменных;
- Сформулировать теорему о достаточных условиях существования экстремума функции нескольких переменных;
- Описать алгоритм нахождения глобальных экстремумов функции нескольких переменных в замкнутой ограниченной области;

### **Тема 12.** Кратные и криволинейные интегралы

- Дать определение геометрической фигуры;
- Описать различные меры геометрической фигуры;
- Описать алгоритм построения интеграла по фигуре;
- Перечислить частные случаи интеграла по фигуре;
- Дать определение криволинейного интеграла 1 рода;
- Дать определение двойного интеграла;
- Дать определение поверхностного интеграла 1 рода;
- Дать определение тройного интеграла;
- Объяснить, как вычисляется двойной интеграл;
- Объяснить, как вычисляется тройной интеграл;
- Объяснить, как вычисляется криволинейный интеграл 1 рода;
- Объяснить, как вычисляется поверхностный интеграл 1 рода;
- Записать формулу перехода к полярным координатам в двойном интеграле;
- Записать формулу перехода к цилиндрическим координатам в тройном интеграле;
- Записать формулу перехода к сферическим координатам в тройном интеграле;
- Определить сферу применения двойного интеграла;
- Определить сферу применения тройного интеграла;
- Определить сферу применения криволинейного интеграла;
- Определить сферу применения поверхностного интеграла;

### **Тема 13.** Элементы теории поля.

- Пояснить задачи векторного анализа;
- Дать определение скалярного поля;
- Перечислить характеристики скалярного поля;
- Дать определение векторного поля;
- Дать определение потока векторного поля через замкнутую поверхность;

- Дать определение криволинейного интеграла 2 рода;
- Дать определение поверхностного интеграла 2 рода;
- Объяснить, как вычисляется поверхностный интеграл 2 рода;
- Объяснить, как вычисляется криволинейный интеграл 2 рода;
- Сформулировать терему Грина;
- Сформулировать терему Остроградского;
- Сформулировать терему Стокса;
- Перечислить специальные виды векторных полей;

### Примеры контрольных работ

Тема: Предел функции

Вариант 1

Вычислить пределы:

1. $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^3 + x - 5}{x + 5}$	2. $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 + 3x}{3x^2 - 5x -}$
3. $\lim_{x \rightarrow 4} \frac{\sqrt{2x+1} -}{\sqrt{3} \quad \sqrt{\quad}}$	4. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 4x}{2x \operatorname{tg} 2x}$
5. $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2 + x}{\sin 3x}$	6. $\lim_{x \rightarrow 0} (1 + 2x^2)^x$
7. $\lim_{x \rightarrow \pi} \frac{\ln \cos 2x}{(1 - \pi/x)^2}$	

- **Тема:** Дифференцируемость функций, производная

Вариант 1

Найти производные  $\frac{dy}{dx}$  следующих функций

$$1. y = \frac{\ln \frac{1}{x}}{4^{x^2} - 3 \cos} \quad 2. y = (\sin x)^{\ln x}$$

3.-5. Найти производные  $\frac{dy}{dx}$  и  $\frac{d^2}{dx^2}$  следующих функций

$$3. y = \ln \operatorname{ctg} \quad 4. \begin{cases} |x = t^3 + \\ |y = t^5 + \end{cases}$$

$$5. (e^x - 1)(e^y - 1) - 1 =$$

- **Тема:** Неопределенный интеграл.

#### Вариант 1

$$1. \int \frac{x^2 dx}{\sqrt{5 +}} \quad 5. \int \frac{x^2 dx}{\sqrt{x -}}$$

$$2. \int \frac{3^{x+1} - 7^{x+1}}{21^x} dx \quad 6. \int \frac{(2x +)}{(x + 2)(x^2 +)}$$

$$3. \int \frac{dx}{3x^2 - 2x} \quad 4. \int \arcsin$$

$$7. \int \frac{\cos}{1 + \cos} \quad 8. \int \frac{\sqrt{(1+x^2)^5}}{x^6} dx$$

- **Тема:** Дифференциальные исчисления функций многих вещественных переменных.

#### Вариант 1

1. Найти область определения функции и построить её на плоскости:

$$z = \sqrt{9 - x^2 - y^2} + \sqrt{x^2 + y^2} - 4 .$$

2. Найти частные производные первого и второго порядка от функции

$$z = \sqrt{2x + 3y} + \frac{y^2}{x^3}.$$

3. Найти  $\partial z / \partial x$  и  $\partial z / \partial y$ , если  $z = u + v^2$ ,  $u = x^2 + \sin y$ ,  $v = \ln(x + y)$ , пользуясь формулами дифференцирования сложной функции.

4. Найти производные  $z'_x$  и  $z'_y$  неявной функции, заданной уравнением

$$x + y + z = e^z.$$

5. Найти  $d^2 z$  для неявно заданной

функции  $\frac{x}{z} = \ln \frac{z}{y} + 1$ . ( $x, y$  – независимые переменные)

6. Найти приближённое значение выражения

$$\operatorname{arctg} \sqrt{\frac{0,99}{1,01}}.$$

•

- **Тема:** Кратные и повторные интегралы, теорема Фубини.

### Вариант 1

1. Изменить порядок интегрирования

$$\int_0^1 dy \int_y^{2-y} f(x, y) dx$$

2. Введя новые переменные  $u$  и  $v$ , вычислить интеграл

$$\iint_D (2x + y) dx dy, \quad D \text{ ограничена прямыми}$$

$$y - 2x = -3, \quad y - 2x = 5, \quad y + x = 7, \quad y + x = -1.$$

3. Вычислить

$$\iiint_{\Omega} \frac{dx dy dz}{(x + y + z + 1)^4},$$

$$\Omega : x = 0, y = 0, z = 0, x + 2y + 3z$$

4. Вычислить интеграл с помощью перехода к цилиндрическим или сферическим координатам:

$$\int_0^1 dx \int_{-\sqrt{1-x^2}}^{\sqrt{1-x^2}} dy \int_a^a dz$$

5. Вычислить объём тела, ограниченного следующими поверхностями:

$$z = 0, x^2 + y^2 = 4x, x^2 + y^2 + z^2 = 16.$$

(внутри цилиндра)

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

#### Вопросы для промежуточного контроля (экзамена):

##### Первый семестр

- 1) Множества. Подмножества. Операции над множествами.
- 2) Функция, график функции, композиция отображений, сюръекция, инъекция и биекция, обратное отображение.
- 3) Аксиоматика множества вещественных чисел. Аксиомы действительных чисел:
- 4) Грани числовых множеств.
- 5) Теорема Коши-Кантора о вложенных отрезках, теорема Бореля-Лебега о конечном покрытии, теорема Больцано-Вейерштрасса о предельной точке.
- 6) Понятие о мощности множества. Счетные множества. Континуум.
- 7) Понятие числовой последовательности и ее предела. Теорема о единственности предела. Ограниченность сходящихся последовательностей.
- 8) Свойства пределов последовательностей. Предельный переход в неравенствах.
- 9) Арифметические операции со сходящимися последовательностями.
- 10) Критерий Коши существования предела числовой последовательности.
- 11) Монотонные последовательности. Признак сходимости монотонной последовательности.
- 12) Число  $\epsilon$ .
- 13) Подпоследовательности. Теорема Больцано - Вейерштрасса.
- 14) Бесконечно большие и бесконечно малые последовательности. Основные свойства бесконечно малых и бесконечно больших последовательностей.
- 15) Предел функции в точке. Эквивалентность определения предела по Гейне и Коши. Единственность предела. Односторонние пределы.
- 16) Свойства пределов функций. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Пределы монотонных функций.

- 17) Критерий Коши существования предела функции.
- 18) Предел композиции функций. Второй замечательный предел.
- 19) Сравнение асимптотического поведения функций. О и о символика.  
Эквивалентные функции. Выделение главной части функции в точке.
- 20) Непрерывность функции в точке. Локальные свойства непрерывных функций.  
Точки разрыва. Классификация точек разрыва.
- 21) Непрерывность сложной функции.
- 22) Свойства функций, непрерывных на отрезке (теоремы Вейерштрасса). Теорема Коши о промежуточном значении.
- 23) Критерий непрерывности монотонной функции.
- 24) Существование и непрерывность обратной функции.
- 25) Равномерная непрерывность функции. Теорема Кантора.
- 26) Непрерывность элементарных функций.
- 27) Замечательные пределы
- 28) Определение производной. Геометрический и физический смысл производной.  
Односторонние производные. Необходимое условие дифференцируемости.
- 29) Правила дифференцирования.
- 30) Производная сложной функции. Производная обратной функции. Производная функции, заданной параметрически.
- 31) Производные элементарных функций.
- 32) Дифференциал функции, его геометрический смысл. Инвариантность формы первого дифференциала.
- 33) Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница.
- 34) Теорема Ферма.
- 35) Теорема Ролля.
- 36) Теорема Лагранжа о среднем.
- 37) Теорема Коши о среднем.
- 38) Раскрытие неопределенностей по правилу Лопиталя.
- 39) Теорема Тейлора.
- 40) Локальный и глобальный варианты формулы Тейлора. Формула Тейлора с остаточным членом в общей форме, в форме Лагранжа, Коши и Пеано.
- 41) Формулы Тейлора для основных элементарных функций (с оценкой остатка).
- 42) Вычисление пределов с помощью формулы Тейлора (метод выделения главной части).
- 43) Применение производной к исследованию функции на монотонность и экстремум.
- 44) Необходимое условие экстремума функции. Достаточные условия экстремума на языке производных высших порядков.
- 45) Точки перегиба. Построение графиков.
- 46) Первообразная и неопределенный интеграл. Свойства неопределенного интеграла.  
Таблица основных интегралов.
- 47) Основные методы интегрирования: замена переменной и интегрирование по частям неопределенного интеграла
- 48) Интегрирование дробно-рациональных функций. Метод Остроградского.
- 49) Интегрирование квадратичных иррациональностей посредством подстановок Эйлера.
- 50) Интегралы от дифференциальных биномов. Теорема Чебышева.
- 51) Интегрирование некоторых трансцендентных функций.
- 52) Задачи, приводящие к понятию определенного интеграла. Определение интеграла Римана. Необходимое условие интегрируемости.
- 53) Верхние и нижние суммы Дарбу. Интеграл Дарбу.
- 54) Необходимые и достаточные условия интегрируемости.

- 55) Интегрируемость непрерывной функции, монотонной функции и ограниченной функции с конечным числом точек разрыва.
- 56) Критерии интегрируемости.
- 57) Свойства интегрируемых функций. Свойства определенного интеграла.
- 58) Теоремы о среднем.
- 59) Определенный интеграл с переменным верхним пределом.
- 60) Формула Ньютона Лейбница.
- 61) Формулы замены переменной и интегрирования по частям в определённом интеграле.
- 62) Понятие площади и квадратуемости плоской фигуры.
- 63) Понятие площади и квадратуемости плоской фигуры.
- 64) Геометрические приложения определенного интеграла.
- 65) Некоторые физические приложения определенного интеграла.

## Второй семестр

- 66) Понятие функции нескольких переменных
- 67) Понятия  $n$ -мерного координатного пространства и  $n$ -мерного евклидова пространства.
- 68) Основные метрические и топологические характеристики точечных множеств евклидова пространства.
- 69) Предельное значение функции нескольких переменных. Сходящиеся последовательности точек  $n$ -мерного евклидова пространства. Критерий Коши сходимости последовательности.
- 70) Предел функции нескольких переменных. Пределы повторный и кратный. Бесконечно малые функции. Необходимое и достаточное условие существования предела функции.
- 71) Непрерывность функции нескольких переменных. Основные свойства непрерывных функций нескольких переменных.
- 72) Равномерная непрерывность функции нескольких переменных.
- 73) Частные производные. Понятие дифференцируемости. Дифференциал. Инвариантность формы первого дифференциала.
- 74) Достаточные условия дифференцируемости функции нескольких переменных. Дифференцирование сложной функции.
- 75) Производная по направлению. Градиент.
- 76) Касательная плоскость и нормаль к поверхности.
- 77) Частные производные и дифференциалы высших порядков. Свойства смешанных производных.
- 78) Формула Тейлора для функции нескольких переменных.
- 79) Отображения из  $R^n$  в  $R^m$ , их дифференцирование. Матрица производной. Якобиан
- 80) Экстремумы функции нескольких переменных. Необходимые условия экстремума.
- 81) Достаточные условия экстремума функции нескольких переменных.
- 82) Понятие неявной функции. Теорема о существовании и дифференцируемости неявной функции и некоторые ее применения.
- 83) Вычисление частных производных неявно заданной функции.
- 84) Понятие зависимости функций. Достаточное условие независимости.
- 85) Функциональные матрицы и их приложения.

- 86) Задачи, приводящие к понятию экстремума. Необходимые условия условного экстремума.
- 87) Метод неопределенных множителей Лагранжа.
- 88) Достаточные условия условного экстремума.
- 89) Определение и существование двойного интеграла.
- 90) Основные свойства двойного интеграла.
- 91) Вычисление двойного интеграла. Сведение двойного интеграла к повторному.
- 92) Понятие криволинейных координат на плоскости.
- 93) Замена переменных в двойном интеграле. Полярная система координат.
- 94) Геометрические и физические приложения двойных интегралов.
- 95) Тройные интегралы. Их определение, вычисление и простейшие свойства.
- 96) Замена переменных в тройном интеграле. Цилиндрическая и сферическая система координат.
- 97) Приложения тройных интегралов.
- 98) Несобственные кратные интегралы.
- 99) Определения криволинейного интеграла 1-го рода. Его свойства.
- 100) Вычисление криволинейного интеграла 1-го рода. Сведение криволинейного интеграла 1-го рода к определенному интегралу.
- 101) Определения криволинейного интеграла 2-го рода. Его свойства.
- 102) Вычисление криволинейного интеграла 2-го рода. Сведение криволинейного интеграла 2-го рода к определенному интегралу.
- 103) Приложения криволинейных интегралов.
- 104) Связь криволинейных интегралов 1-го и 2-го рода.
- 105) Формула Грина. Вычисление площадей с помощью криволинейных интегралов.
- 106) Условия независимости криволинейного интеграла второго рода от пути интегрирования.
- 107) Понятие поверхности. Задание поверхности с помощью векторных функций. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.
- 108) Сторона поверхности. Ориентация. Односторонние и двусторонние поверхности.
- 109) Понятие площади поверхности. Квадрируемость гладких поверхностей.
- 110) Поверхностный интеграл первого рода. Его существование и свойства.
- 111) Поверхностный интеграл второго рода. Его существование и свойства.
- 112) Приложения поверхностных интегралов.
- 113) Формула Стокса.
- 114) Формула Остроградского.

**Пример экзаменационного билета:**

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта»**  
**Институт физико-математических наук и информационных технологий**  
**Билет № 1**

*по дисциплине «Математический анализ» для направления физических направлений*

1. Числовая последовательность и ее предел;
2. Производная и дифференциал сложной функции. Инвариантность формы дифференциала;
3. Дать определение  $\lim_{x \rightarrow x_0 + 0} f(x) = -\infty$ ;
4. Найди дифференциал функции  $y = \arcsin \frac{x}{a}$ .
5. Вычислить  $\int \sqrt{e^x + 1} e^x dx$

Утверждено на заседании Учебно-методического совета ИФМНиИТ

Протокол № 1 от 12 декабря 2021

Председатель Совета  
А.А.Шпилевой

---

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта»**  
**Институт физико-математических наук и информационных технологий**

**Билет № 1**

*по дисциплине «Математический анализ» для физических направлений*

*2 семестр*

1. Применение определенных интегралов для вычисления площадей плоских фигур в прямоугольной декартовой системе координат
2. Интегралы по фигуре от скалярной функции.
3. Дать определение предела функции двух переменных в смысле Гейне.
4. Вычислить,  $\iiint_V (3x + 4y) dx dy dz$   $V : y = x, y = 0, x = 1, z = 5(x^2 + y^2), z = 0$ .
5. Вычислить все частные производные второго порядка  $z = x \ln y$

Утверждено на заседании Учебно-методического совета ИФМНиИТ

Протокол № 1 от 12 декабря 2021

Председатель Совета

А.А. Шпилевой

**8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания**

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100

Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает</i> <i>нижестоящий</i> уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков	удовлетворительного уровня	неудовлетворительно	незначительно	Менее 55

## 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

### Основная литература

1. . Пантелеев, А. В. Математический анализ : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Н. И. Савостьянова, Н. М. Федорова. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 502 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1077332. - ISBN 978-5-16-016008-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1898119>

### Дополнительная литература

1. Виноградов, О. Л. Математический анализ: учебник / О. Л. Виноградов. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2017. - 752 с. - (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-9775-3815-2. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1861364>
2. Туганбаев, А. А. Высшая математика. Основы математического анализа. Задачи с решениями и теория: учебник / А. А. Туганбаев. - Москва: ФЛИНТА, 2018. - 316 с. - ISBN 978-5-9765-3503-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1859863>
3. Берман, Г. Н. Решебник к сборнику задач по курсу математического анализа : учебное пособие / Г. Н. Берман. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-0887-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210572> (дата обращения: 09.04.2022)
4. Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа [Электронный ресурс] : в 3 т. : учеб. для бакалавров. Т. 1, 2019. - 1 on-line, 703 с.
5. Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа [Электронный ресурс] : в 3 т. : учеб. для бакалавров. Т. 2, кн. 1, 2019. - 1 on-line, 396 с

. Кудрявцев, Л. Д. Курс математического анализа [Электронный ресурс] : в 3 т. : учеб. для бакалавров. Т. 3, 2019. - 1 on-line, 351 с

## **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой.

Для проведения практических занятий – учебные аудитории, оборудованные персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## 1. Наименование дисциплины – «Дифференциальные и интегральные уравнения».

**Целью** освоения дисциплины «Дифференциальные и интегральные уравнения» является формирование у студентов представления о физических задачах, приводящих к обыкновенным дифференциальным и интегральным уравнениям, выражающееся в овладении фундаментальными понятиями теории обыкновенных дифференциальных и интегральных уравнений и формировании практических навыков решения и исследования основных типов обыкновенных дифференциальных уравнений первого и второго порядков.

**Задачами** дисциплины являются изучение основных типов интегрируемых дифференциальных уравнений первого и высшего порядков, появляющихся в разнообразных физических (а также демографических, экологических и пр.) задачах, построение точных аналитических алгоритмов для их решения, а также разработка навыков применения построенных алгоритмов к конкретным математическим задачам.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<b>Код и содержание компетенции</b>	<b>Результаты освоения образовательной программы (ИДК)</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
ОПК-2. Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.	ОПК-2.1. Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из области физико-математических наук и инженерии. ОПК-2.2. Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии. ОПК-2.3. Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.	<b>Знать:</b> Основы аппарата теории обыкновенных дифференциальных и интегральных уравнений, необходимых для решения теоретических и практических физических задач <b>Уметь:</b> использовать математические методы при решении прикладных задач, приводящих к обыкновенным дифференциальным и интегральным уравнениям <b>Владеть:</b> навыками решения типовых задач с применением изучаемого теоретического материала; навыками математического исследования динамических проблем из различных областей физики

<p>ОПК-3. Способен решать задачи и представлять результаты своей профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий, прикладных компьютерных программ и работать с информацией в глобальных информационных сетях.</p>	<p>ОПК-3.1. Проводит конструкторские и инженерные расчеты, моделирование физических процессов, испытательные работы с использованием современного программного обеспечения. ОПК-3.2. Представляет результаты решения задач профессиональной деятельности с использованием передовых цифровых и программных решений.</p>	<p><b>Знать:</b> Теоретические основы и принципы математического моделирования <b>Уметь:</b> Проводить конструкторские и инженерные расчеты, моделирование физических процессов с учетом знаний дифференциальных и интегральных уравнений <b>Владеть:</b> навыками применения дифференциальных и интегральных уравнений для решения задач профессиональной деятельности</p>
---	---	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Дифференциальные и интегральные уравнения» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий.

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и

(или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Введение в теорию обыкновенных дифференциальных уравнений. Уравнения с разделяющимися переменными	Основные понятия теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Общие и частные решения. Задача Коши. Уравнения с разделяющимися переменными.
2	Тема 2. Однородные дифференциальные уравнения первого порядка	Однородные дифференциальные уравнения в дифференциалах. Однородные дифференциальные уравнения нормального вида.
3	Тема 3. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка и сводящиеся к ним	Определение линейного дифференциального уравнения первого порядка. Метод Бернулли. Метод Лагранжа. Уравнение Бернулли. Уравнение Риккати.
4	Тема 4. Уравнения в полных дифференциалах	Теорема о необходимом и достаточном условии для существования полного дифференциала. Метод решения уравнения в полных дифференциалах.
5	Тема 5. Уравнения с интегрирующим множителем	Лемма об интегрирующем множителе. Алгоритм нахождения интегрирующего множителя в случае, когда искомый множитель зависит только от одной переменной.
6	Тема 6. Уравнения, неразрешённые относительно производной. Уравнение Клеро и уравнение Лагранжа.	Понятие особого решения дифференциального уравнения первого порядка. Уравнение Клеро. Задачи, в которых возникает уравнение Клеро. Уравнение Лагранжа.

7	Тема 7. Основные определения теории дифференциальные уравнения высших порядков	Понятие дифференциального уравнения $n$ -ого порядка. Лемма об эквивалентности уравнения $n$ -го порядка системе из $n$ уравнений первого порядка. Общее и частное решения дифференциального уравнения $n$ -го порядка.
8	Тема 8. Уравнения, допускающие понижение порядка	Дифференциальные уравнения, не зависящие явно от неизвестной функции и от её первых $k$ производных. Задача о терминальной скорости. Дифференциальные уравнения, не зависящие явно от независимой переменной. Задача о гармоническом осцилляторе. Дифференциальные уравнения, однородные по неизвестной функции и всем её производным.
9	Тема 9. Однородные линейные дифференциальные уравнения второго порядка	Понятие линейного дифференциального уравнения второго порядка. Свойства решения однородного линейного дифференциального уравнения. Определитель Вронского и лемма о линейно независимых частных решениях линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка. Теорема об общем решении однородного дифференциального уравнения второго порядка. Решение однородного линейного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.
10	Тема 10. Неоднородные линейные дифференциальные уравнения второго порядка	Свойства общего решения неоднородных линейных дифференциальных уравнений. Метод вариации постоянных. Нахождение общего решения неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка о специальной правой частью.
11	Тема 11. Введение в теорию дифференциальных уравнений с граничными условиями	Понятие граничного условия. Задача о колебаниях закрепленной струны.

### Тематика практических занятий

1	Тема 1. Введение в теорию обыкновенных дифференциальных уравнений. Уравнения с разделяющимися переменными	Уравнения с разделяющимися переменными. Уравнения, описывающие динамику распада радиоактивных изотопов и рост колонии бактерий (случай неограниченных ресурсов). Логистическое уравнение.
2	Тема 2. Однородные дифференциальные уравнения первого порядка	Решение однородных дифференциальных уравнения в дифференциалах и однородных дифференциальных уравнений нормального вида.

3	Тема 3. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка и сводящиеся к ним	Решение линейных дифференциальных уравнений первого порядка методами Бернулли и Лагранжа. Уравнение переменного тока в цепи с катушкой индуктивности (без конденсатора). Решение уравнение Бернулли.
4	Тема 4. Уравнения в полных дифференциалах	Решение уравнений в полных дифференциалах.
5	Тема 5. Уравнения с интегрирующим множителем	Решение уравнений с интегрирующим множителем.
6	Тема 6. Уравнения, неразрешённые относительно производной. Уравнение Клеро и уравнение Лагранжа.	Решение уравнений Клеро и Лагранжа.
7	Тема 7. Основные определения теории дифференциальные уравнения высших порядков	Решение простейших дифференциальных уравнений высшего порядка.
8	Тема 8. Уравнения, допускающие понижение порядка	Решение дифференциальных уравнений, не зависящих явно от неизвестной функции и от её первых $k$ производных; не зависящих явно от независимой переменной; однородных по неизвестной функции и по всем её производным.
9	Тема 9. Однородные линейные дифференциальные уравнения второго порядка	Решение линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка (случай коэффициентов, зависящих от независимой переменной). Решение линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.
10	Тема 10. Неоднородные линейные дифференциальные уравнения второго порядка	Решение линейных неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка методом вариации постоянных. Нахождение общего решения неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка о специальной правой частью. Задача о периодических колебаниях в электрической цепи.
11	Тема 11. Введение в теорию дифференциальных уравнений с граничными условиями	Задача о колебаниях закрепленной струны – нахождение основной частоты и всех допустимых гармоник.

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### - Тематика самостоятельных работ

1. Особые точки автономных дифференциальных уравнений первого порядка.  
Фазовый портрет решения автономного уравнений.
2. Понятие бифуркации. Фазовые портреты седло-узловой бифуркации и бифуркации типа «Вилка».
3. Уравнения Фридмана для плоской вселенной, заполненной барионным веществом («холодная вселенная»), электромагнитным полем («горячая вселенная») и положительной вакуумной энергией («вселенная Де Ситтера»).
4. Уравнения Фридмана для открытой и замкнутой вселенной, заполненных барионным веществом (либо электромагнитным полем).
5. Демографическая модель Кортаева.
6. Модель «информационной войны» по Михайлову.
7. Уравнение Шрёдингера для частицы, находящейся в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками.
8. Приближенное решение линейного дифференциального уравнения методом разложения по полиномиальным рядам.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся при изучении дисциплины являются:

- изучение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы;
  - подготовка к практическим занятиям;
  - подготовка и выполнение заданий по тематике самостоятельных работ;
  - подготовка к промежуточной аттестации (экзамену).
- Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся составляют:

-Материалы лекций

-Учебно-методическая литература

-Информационные ресурсы "Интернета"

-Фонды оценочных средств

При организации самостоятельного изучения ряда тем лекционных курсов дисциплины студент работает в соответствии с указаниями, выданными преподавателем. Указания по изучению теоретического материала курса составляются дифференцированно по каждой теме и включают в себя следующие элементы:

- название темы;
- цели и задачи изучения темы;
- основные вопросы темы;
- характеристику основных понятий и определений, необходимых студенту для усвоения данной темы;
- список рекомендуемой литературы;
- наиболее важные фрагменты текстов рекомендуемых источников, в том числе таблицы, рисунки, схемы и т. п.;
- краткие выводы, ориентирующие студента на определенную совокупность сведений, основных идей, ключевых положений, систему доказательств, которые необходимо усвоить;
- контрольные вопросы, предназначенные для самопроверки знаний.

Важной составляющей самостоятельной внеаудиторной подготовки студента является работа с литературой. Изучение литературы позволяет выяснить, в каком состоянии в современном мире находится рассматриваемая проблема, что сделано другими авторами в этом направлении, какие вопросы недостаточно ясно освещены, либо не рассмотрены.

Прежде чем приступить к освоению научной литературы, рекомендуется чтение учебников и учебных пособий. Наиболее эффективный метод работы с литературой – метод кодирования, включающий комментирование новых данных, оценку их значения, постановку вопросов, сопоставление полученных сведений с ранее известными. В зависимости от вида внеаудиторной подготовки студента работа с учебной, научной и иной литературой предполагает использование разнообразных форм записей: план, тезисы, цитаты, конспект и пр.

- План представляет собой перечень основных вопросов, рассматриваемых в источнике, и позволяет наилучшим образом уяснить логику мысли автора, упрощает понимание главных моментов научного труда, быстро и глубоко проникнуть в сущность его построения и, следовательно, гораздо легче ориентироваться в его содержании.
- Выписки позволяют в концентрированной форме и с максимальной точностью воспроизвести в произвольном порядке наиболее важные мысли автора, статистические и другие сведения. В отдельных случаях допустимо заменять цитирование изложением, близким к дословному.

- Тезисам присуща значительно более высокая степень концентрации материала, в них отмечается преобладание выводов над общими рассуждениями. Тезисы записываются близко к оригинальному тексту, т. е. без использования прямого цитирования. Тезисы оказываются незаменимыми для подготовки глубокой и всесторонней аргументации письменной работы любой сложности, а также для подготовки выступлений на защите, докладов и пр.
- К написанию аннотаций прибегают в тех случаях, когда подлинная ценность и пригодность исходного источника информации исполнителю письменной работы окончательно неясна, но в то же время о нем необходимо оставить краткую запись с обобщающей характеристикой. Характерной особенностью аннотации наряду с краткостью и обобщенностью ее содержания является и то, что пишется аннотация всегда после того, как завершено ознакомление с содержанием исходного источника информации. Аннотация пишется почти исключительно своими словами и лишь в крайне редких случаях содержит в себе небольшие выдержки оригинального текста.
- Резюме весьма сходно по своей сути с аннотацией. Однако, в отличие от последней, текст резюме концентрирует в себе данные не из основного содержания исходного источника информации, а из его заключительной части, прежде всего, выводов. Как и в случае с аннотацией, резюме излагается своими словами – выдержки из оригинального текста в нем практически не встречаются.

Для работы над конспектом следует: 1) определить структуру конспектируемого материала, чему в значительной мере способствует письменное ведение плана по ходу изучения оригинального текста; 2) в соответствии со структурой конспекта произвести отбор и последующую запись наиболее существенного содержания оригинального текста - в форме цитат или в изложении, близком к оригиналу; 3) выполнить анализ записей и на его основе – дополнение записей собственными замечаниями, соображениями (располагать все это следует на полях тетради для записей или на отдельных листах-вкладках); 4) завершить формулирование и запись выводов по каждой из частей оригинального текста, а также общих выводов.

Изучение литературы следует начинать с работ, опубликованных в последние годы и наиболее полно раскрывающих вопросы выбранной темы, а затем уже переходить к ранним изданиям. Таким образом, можно проследить характер постановки и решения определенной проблемы различными авторами, ознакомиться с аргументацией их выводов и обобщений с тем, чтобы на основе анализа, систематизирования, осмысления полученного материала выяснить современное состояние вопроса.

Внеаудиторная самостоятельная работа в рамках данной дисциплины включает в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям) и выполнение

соответствующих заданий;

- самостоятельную работу над отдельными темами учебных дисциплин в соответствии с учебно-тематическими планами;
- подготовку к экзамену.

Подготовка к аудиторным занятиям проводится в соответствии со следующими рекомендациями:

#### Подготовка к лекционным занятиям

При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. В соответствии с рабочей программой дисциплины студенту также может быть предложена самостоятельная проработка отдельных вопросов, пройденных лекционных тем, знание которых позволит с большей эффективностью изучить новый материал.

#### Подготовка к лабораторным занятиям

При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров или характеристик исследуемых линейных электрических цепей или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с эксплуатационными процедурами используемой в работе КИА, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы

#### Подготовка к зачету

При подготовке к зачету с оценкой большую роль играют правильно подготовленные заранее записи и конспекты. В этом случае, остается лишь повторить пройденный материал, учесть то, что было пропущено, восполнить пробелы, закрепить ранее изученный материал.

В ходе самостоятельной подготовки к зачету при анализе имеющегося теоретического и практического материала студенту также рекомендуется проводить постановку различного рода задач по изучаемой теме, что поможет в дальнейшем выявлять критерии принятия тех или иных решений, причины совершения определенного рода ошибок. При ответе на вопросы, поставленные в ходе самостоятельной подготовки, студент вырабатывает в себе способность логически мыслить, искать в анализе событий причинно-следственные связи.

## 7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые	Индекс контро-		Оценочные средства по этапам формирования компетенций
----------------	----------------	--	---

модули, разделы (темы) дисциплины	лирической компетенции (или её части)	Содержание компетенций	текущий контроль по дисциплине	промежуточный контроль по дисциплине
Тема 1. Введение в теорию обыкновенных дифференциальных уравнений. Уравнения с разделяющимися переменными	<b>ОПК-2, ОПК-3</b>	Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные		
Тема 2. Однородные дифференциальные уравнения первого порядка	<b>ОПК-2, ОПК-3</b>	Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	Контрольная работа	
Тема 3. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка и сводящиеся к ним	<b>ОПК-2, ОПК-3</b>	Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	Контрольная работа	
Тема 4. Уравнения в полных дифференциалах	<b>ОПК-2, ОПК-3</b>	Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	Контрольная работа	
Тема 5. Уравнения с интегрирующим множителем	<b>ОПК-2, ОПК-3</b>	Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные		

Тема 6. Уравнения, неразрешённые относительно производной. Уравнение Клеро и уравнение Лагранжа.	<b>ОПК-2, ОПК-3</b>	Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные		
Тема 7. Основные определения теории дифференциальны е уравнения высших порядков	<b>ОПК-2, ОПК-3</b>	Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные		
Тема 8. Уравнения, допускающие понижение порядка	<b>ОПК-2, ОПК-3</b>	Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	Контрольная работа	
Тема 9. Однородные линейные дифференциальны е уравнения второго порядка	<b>ОПК-2, ОПК-3</b>	Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные		
Тема 10. Неоднородные линейные дифференциальны е уравнения второго порядка	<b>ОПК-2, ОПК-3</b>	Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	Контрольная работа	
Тема 11. Введение в теорию дифференциальны х уравнений с граничными условиями	<b>ОПК-2, ОПК-3</b>	Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные		
				Экзамен

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

### Задачи для контрольных работ

Целью проведения контрольных работ является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы; проведение контрольных работ позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.

#### Примеры.

К теме 2. **Однородные дифференциальные уравнения первого порядка**

1. Найти общее решение

$$(x^2 + 2xy) dx + xy dy = 0$$

2. Найти общее решение

$$xy' \sin\left(\frac{y}{x}\right) = y \sin\left(\frac{y}{x}\right) - x$$

3. Решить задачу Коши

$$\begin{aligned} x^2 y' - xy - y^2 &= 4x^2 \\ y(1) &= 2 \end{aligned}$$

К теме 3. **Линейные дифференциальные уравнения первого порядка и сводящиеся к ним**

1. Решить задачу Коши

$$\begin{aligned} y' \cos^2 x + y &= \tan x \\ y(0) &= 0 \end{aligned}$$

2. Найти общее решение

$$y' + 2xy = xe^{-x^2}$$

3. Найти общее решение

$$(1 + x^2) y' + y = \arctan x$$

К теме 4. **Уравнения в полных дифференциалах**

Решить уравнения:

1.  $(x + y - 1) dx + (e^y + x) dy = 0$

2.  $(x + \sin y) dx + (x \cos y + \sin y) dy = 0$

3.  $\left(\frac{y}{x^2+y^2} - y\right) dx + \left(e^y - x - \frac{x}{x^2+y^2}\right) dy = 0$

### К теме 8. Уравнения, допускающие понижение порядка

Установить типы уравнений и найти их общие решения

1.  $y y'' - y'^2 = 1$
2.  $(1 - x^2)y'' - xy' = 2$
3.  $3y'^2 = 4y y'' + y^2$

### К теме 10. Неоднородные линейные дифференциальные уравнения второго порядка

1. Найти частное решение

$$y'' + y' - 2y = \cos x - 3 \sin x$$

$$y(0) = 1$$

$$y'(0) = 2$$

2. Найти общее решение

$$y'' - 6y' + 8y = 3x^2 + 2x + 1$$

3. Найти частное решение

$$y'' - 8y' + 16y = e^{4x}$$

$$y(0) = 0$$

$$y'(0) = 1$$

### Шкала оценивания результатов контрольных работ

Дескрипторы	Минимальный ответ	Изложенный, раскрытый ответ	Законченный, полный ответ	Образцовый, примерный, достойный подражания ответ
Решение задачи	Задача не решена	Задача решена не полностью, но в соответствии с алгоритмом	Задача решена в соответствии с алгоритмом, присутствуют незначительные вычислительные ошибки	Задача решена полностью в соответствии с алгоритмом
<b>Итоговая оценка</b>	<b>Неудовлетворительно</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Отлично</b>

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

**Промежуточный контроль** проводится в форме экзамена в 3-м семестре, к которому допускаются студенты, успешно выполнившие все контрольные работы. Зачет по дисциплине служит для оценки работы студента в течение семестра и призван выявить

уровень, прочность и систематичность полученных им теоретических и практических знаний, приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления, умение синтезировать полученные знания и применять их в решении практических задач.

Вопросы предполагают контроль общих методических знаний и умений, способность студентов проиллюстрировать их примерами, индивидуальными материалами, составленными студентами в течение курса. Каждый студент имеет право воспользоваться лекционными материалами и методическими разработками.

По итогам зачета выставляется оценка по шкале порядка: «зачтено», «незачтено».

### **Вопросы для промежуточного контроля (экзамена).**

1. Основные понятия теории обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка.
2. Уравнения с разделяющимися переменными и приводящиеся к ним.
3. Однородные дифференциальные уравнения.
4. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Метод Бернулли.
5. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Метод вариации произвольной постоянной.
6. Физические задачи, приводящие к линейным неоднородным дифференциальным уравнениям 1-го порядка и их решения.
7. Уравнение Бернулли. Уравнение Риккати.
8. Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах.
9. Уравнение Клеро.
10. Уравнение Лагранжа.
11. Основные понятия теории обыкновенных дифференциальных уравнений высших порядков. Понятие частного и общего решений дифференциальных уравнений.
12. Сведение уравнений высших порядков к системе дифференциальных уравнений первого порядка. Постановка задачи Коши для таких уравнений.
13. Методы понижения порядка дифференциальных уравнений.
14. Структура решений линейных дифференциальных уравнений  $n$ -го порядка. Свойства решений.
15. Условия линейной независимости решений линейных однородных дифференциальных уравнений. Определитель Вронского и его свойства.
16. Метод вариации постоянных для линейных неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка.

17. Общее решение линейного однородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение и его корни.
18. Общее решение линейного неоднородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами и специальной правой частью. Случаи действительных и мнимых корней характеристического уравнения.
19. Общее решение линейного неоднородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами и специальной правой частью. Случай комплексных корней характеристического уравнения.
20. Физические задачи, приводящие к линейным неоднородным дифференциальным уравнениям второго порядка с постоянными коэффициентами.
21. Дифференциальные уравнения с граничными условиями. Колебания закрепленной струны.

#### **8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания**

<p align="center"><b>Оценка «неудовлетворительно» или отсутствие сформированности компетенции</b></p>	<p align="center"><b>Оценка «удовлетворительно» (зачтено) или низкой уровень освоения компетенции</b></p>	<p align="center"><b>Оценка «хорошо» (зачтено) или повышенный уровень освоения компетенции</b></p>	<p align="center"><b>Оценка «отл. (зачтено) или в уровень осво компетен</b></p>
---	---	--	---

<p>Уровень освоения дисциплины, при котором у обучаемого не сформировано более 50% компетенций. Если же учебная дисциплина выступает в качестве итогового этапа формирования компетенций (чаще всего это дисциплины профессионального цикла) оценка «неудовлетворительно» должна быть выставлена при отсутствии сформированности хотя бы одной компетенции</p>	<p>При наличии более 50% сформированных компетенций по дисциплинам, имеющим возможность до-формирования компетенций на последующих этапах обучения. Для дисциплин итогового формирования компетенций естественно выставлять оценку «удовлетворительно», если сформированы все компетенции и более 60% дисциплин профессионального цикла «удовлетворительно»</p>	<p>Для определения уровня освоения промежуточной дисциплины на оценку «хорошо» обучающийся должен продемонстрировать наличие 80% сформированных компетенций, из которых не менее 1/3 оценены отметкой «хорошо». Оценивание итоговой дисциплины на «хорошо» обуславливается наличием у обучаемого всех сформированных компетенций причем общепрофессиональных компетенции по учебной дисциплине должны быть сформированы не менее чем на 60% на повышенном уровне, то есть с оценкой «хорошо».</p>	<p>Оценка «отлично» дисциплине с промежуточным освоением компетенций, может быть выставлена при 100% подтверждении наличия компетенций либо при 90% сформированных компетенций, из которых не менее 1/3 оценены отметкой «хорошо». В случае оценивания уровня освоения дисциплины итоговым формированием компетенций оценка «отлично» может быть выставлена при подтверждении наличия сформированных компетенций у обучаемого, выходящих за требования к получению оценки «хорошо» и освоению не менее 50%</p>
--	---	---	--

## 9. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### *Основная литература.*

1. Жукова, Г. С. Дифференциальные уравнения : учебник / Г. С. Жукова. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 504 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-015970-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1072180>
2. Жукова, Г. С. Дифференциальные уравнения в примерах и задачах : учебное пособие / Г.С. Жукова. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 348 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1072182. - ISBN 978-5-16-015971-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1864884>

### *Дополнительная литература.*

1. Осадчий, Ю. М. Дифференциальные уравнения : учеб. пособие / Ю.М. Осадчий. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 157 с. - ISBN 978-5-16-107965-
2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1039633>).

2. Ряднов, А. В. Дифференциальные уравнения : учебное пособие / А. В. Ряднов, Т. В. Меренкова, В. В. Трубаев. - Москва : РУТ (МИИТ), 2018. - 146 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/189685>

#### **10. Перечень ресурсов информационно- телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕИ РАН

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – <https://lms.kantiana.ru/> , обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- платформа для проведения онлайн вебинаров <https://webinar.ru/> ;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения,

оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## 1. Наименование дисциплины: «Программирование».

**Цель** дисциплины: целью освоения дисциплины «Программирование» является фундаментальная и практическая подготовка обучающихся в области программирования.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-2. Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.	ОПК-2.1. Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научной проблематики из области физико-математических наук и инженерии. ОПК-2.2. Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии. ОПК-2.3. Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Синтаксис языка Python</li><li>- Синтаксис основных библиотек языка Python</li><li>- Основные способы организации данных в языке Python</li><li>- Синтаксис основных библиотек языка Python, их особенности, достоинства и недостатки</li><li>- Основные способы организации данных в языке Python, их особенности, достоинства и недостатки</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- писать программы на языке Python</li><li>- подключать дополнительные библиотеки</li><li>- находить и исправлять ошибки в коде</li><li>- оптимизировать программный код</li></ul> <b>владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- навыками практической работы с IDE языка Python</li><li>- навыками поиска информации о библиотеках языка Python, чтения их документации</li></ul>

<p>ОПК-3. Способен решать задачи и представлять результаты своей профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий, прикладных компьютерных программ и работать с информацией в глобальных информационных</p>	<p>ОПК-3.1. Проводит конструкторские и инженерные расчеты, моделирование физических процессов, испытательные работы с использованием современного программного обеспечения. ОПК-3.2. Представляет результаты решения задач профессиональной деятельности с использованием передовых цифровых и программных решений.</p>	<p><b>Знать:</b> Теоретические основы и принципы математического моделирования с помощью Python <b>Уметь:</b> Проводить конструкторские и инженерные расчеты, моделирование физических процессов с учетом знаний программирования <b>Владеть:</b> навыками применения программирования для решения задач профессиональной деятельности</p>
--	---	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Программирование» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы обучающегося и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

<b>№</b>	<b>Наименование раздела</b>	<b>Содержание раздела</b>
1	Тема 1. Общее понятие о программировании. Виды языков программирования. Язык Python	Языки программирования. Компиляция и интерпретация. Менеджмент памяти. Процедурное, функциональное, объектно-ориентированное программирование. Основные языки программирования. Особенности языка Python. IDE. Интерактивный и пакетный режим работы языка Python.
2	Тема 2. Базовые типы данных языка Python	Переменные. Int, float, str, list. Арифметические операции. Ввод и вывод
3	Тема 3. Условия и циклы	Базовые понятия условий и циклов. if..else. Условия. True и False. Булева алгебра и логические операции. Цикл while. Цикл for. Range. Break и Continue. Pass. Match.
4	Тема 4. Функции. Lambda-выражения	Определение функции. Передача параметров и возврат значений. Локальные, нелокальные и глобальные переменные. Рекурсия. Функция как переменная и функции высших порядков. Замыкания. Docstring. Lambda-выражения
5	Тема 5. Структуры данных	Коллективные типы данных. List, Tuple, Set, Dict. Стек и очередь. List и Set comprehension. Вложение структур данных. Работа с файлам. JSON.
6	Тема 6. Модули	Стандартные библиотеки. Подключение модулей. Создание своих модулей. Иерархическая структуризация модулей.
7	Тема 7. Классы, ООП.	Объектно-ориентированное программирование. Классы. Инстансы. Переопределение операторов. Наследование.
8	Тема 8. Исключения и их обработка	Исключения. Стандартные исключения. Обработка исключений. Пользовательские исключения
9	Тема 9. Стандартные библиотеки языка Python	Стандартные библиотеки языка Python. os. Glob,sys, re, math, random, statistics, urllib, datetime, timeit, doctest, unittest, template, zipfile,array
10	Тема 10. Библиотеки для работы с математикой	Numpy, SciPy, Matplotlib, SymPy
11	Тема 11. Реализация GUI в языке Python	Базовые представления о GUI. Обзор основных библиотек для работы с GUI. TKinter
12	Тема 12. Работа с графическими файлами	Библиотека Pillow
13	Тема 13. Работа с компьютерными сетями	Библиотека requests. Криптография и https. RPC

14	Тема 14. Параллельное программирование	Базовые идеи. Yield. Async
----	--	----------------------------

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№	Наименование раздела	Темы лекций
1	Тема 1. Общее понятие о программировании. Виды языков программирования. Язык Python	Языки программирования. Компиляция и интерпретация. Менеджмент памяти. Процедурное, функциональное, объектно-ориентированное программирование. Основные языки программирования. Особенности языка Python. IDE. Интерактивный и пакетный режим работы языка Python.
2	Тема 2. Базовые типы данных языка Python	Переменные. Int, float, str, list. Арифметические операции. Ввод и вывод
3	Тема 3. Условия и циклы	Базовые понятия условий и циклов. if..else. Условия. True и False. Булева алгебра и логические операции. Цикл while. Цикл for. Range. Break и Continue. Pass. Match.
4	Тема 4. Функции. Lambda-выражения	Определение функции. Передача параметров и возврат значений. Локальные, нелокальные и глобальные переменные. Рекурсия. Функция как переменная и функции высших порядков. Замыкания. Docstring. Lambda-выражения
5	Тема 5. Структуры данных	Коллективные типы данных. List, Tuple, Set, Dict. Стек и очередь. List и Set comprehension. Вложение структур данных. Работа с файлам. JSON.
6	Тема 6. Модули	Стандартные библиотеки. Подключение модулей. Создание своих модулей. Иерархическая структуризация модулей.
7	Тема 7. Классы, ООП.	Объектно-ориентированное программирование. Классы. Инстансы. Переопределение операторов. Наследование.
8	Тема 8. Исключения и их обработка	Исключения. Стандартные исключения. Обработка исключений. Пользовательские исключения

9	Тема 9. Стандартные библиотеки языка Python	Стандартные библиотеки языка Python. os, Glob,sys, re, math, random, statistics, urllib, datetime, timeit, doctest, unittest, template, zipfile,array
10	Тема 10. Библиотеки для работы с математикой	Numpy, SciPy, Matplotlib, SymPy
11	Тема 11. Реализация GUI в языке Python	Базовые представления о GUI. Обзор основных библиотек для работы с GUI. TKinter
12	Тема 12. Работа с графическими файлами	Библиотека Pillow
13	Тема 13. Работа с компьютерными сетями	Библиотека requests. Криптография и https. RPC
14	Тема 14. Параллельное программирование	Базовые идеи. Yield. Async

### Тематика лабораторных работ

№ п/п	№ темы	Наименование работ	Трудоемкость (час.)
1	1	Освоение IDE. Работа в интерактивном и пакетном режиме. Использование отладчика.	4
2	2	Написание программы, демонстрирующей работу с базовыми типами данных	4
3	3	Написание программы, демонстрирующей работу с циклами и условиями	4
4	4	Написание программы, демонстрирующей работу с функциями	4
5	5	Написание программы, демонстрирующей работу со сложными структурами данных	4
6	6	Написание программы, демонстрирующей работу с модулями	4
7	7	Написание программы, демонстрирующей работу с классами	4
8	8	Написание программы, демонстрирующей работу с исключениями	4
9	9	Написание программы, демонстрирующей работу со стандартными библиотеками языка Python	4
10	10	Написание программы, демонстрирующей работу с библиотеками для работы с математикой	4

11	11	Написание программы, демонстрирующей работу с Tkinter	12
12	12	Написание программы, демонстрирующей работу с графическими файлами	4
13	13	Написание программы, демонстрирующей работу с компьютерными сетями	12
14	14	Написание программы, демонстрирующей параллельное программирование	4

### **Требования к самостоятельной работе обучающихся**

- Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.
- Выполнение домашнего задания, предусматривающего решение задач, выполнение упражнений, выдаваемых на практических занятиях, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

### **• Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

• **Фонд оценочных средств**

**9. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины**

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Общее понятие о программировании. Виды языков программирования. Язык Python	ОПК-2, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
Тема 2. Базовые типы данных языка Python	ОПК-2, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
Тема 3. Условия и циклы	ОПК-2, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
Тема 4. Функции. Lambda-выражения	ОПК-2, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
Тема 5. Структуры данных	ОПК-2, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы

Тема 6. Модули	ОПК-2, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
----------------	--------------	--

Тема 7. Классы, ООП.	ОПК-2, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
Тема 8. Исключения и их обработка	ОПК-2, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
Тема 9. Стандартные библиотеки языка Python	ОПК-2, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
Тема 10. Библиотеки для работы с математикой	ОПК-2, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
Тема 10. Библиотеки для работы с математикой	ОПК-2, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
Тема 11. Реализация GUI в языке Python	ОПК-2, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
Тема 12. Работа с графическими файлами	ОПК-2, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
Тема 13. Работа с компьютерными сетями	ОПК-2, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
Тема 14. Параллельное программирование	ОПК-2, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы

## **10. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности процессе текущего контроля**

Тема 1. Общее понятие о программировании. Виды языков программирования. Язык Python

Рассчитать в консоли  $(2+5)**3/3.3$

Тема 2. Базовые типы данных языка Python Вывести пирамиду квадрат 3 на 3 из символов \*

Тема 3. Условия и циклы

Вывести на экран все простые числа меньше 1000

Тема 4. Функции. Lambda-выражения

Вывести на экран все простые числа меньше 1000. Оформить проверку на простоту в виде отдельной функции.

Тема 5. Структуры данных

Вывести на экран список, содержащий все простые числа меньше 1000. Использовать list comprehension для формирования этого списка.

#### Тема 6. Модули

Вывести на экран все простые числа меньше 1000. Оформить проверку на простоту в виде отдельной функции, которая должна быть вынесена в отдельный модуль и подключаться из него.

#### Тема 7. Классы, ООП.

Создать класс для работы с 3-х мерными векторами, поддерживающий все необходимые арифметические операции.

#### Тема 8. Исключения и их обработка

Создать программу, которая ищет в файле самое большое число. Программа должна корректно обрабатывать все возможные проблемы чтения из файла при помощи исключений.

#### Тема 9. Стандартные библиотеки языка Python

Создать программу, которая выводит на экран текущее время.

#### Тема 10. Библиотеки для работы с математикой. Создать программу, которая рисует график $y=x^2$

#### Тема 11. Реализация GUI в языке Python

Написать графический калькулятор, который складывает 2 числа

#### Тема 12. Работа с графическими файлами

Создать программу, которая считывает jpeg файл, подписывает его текущим числом и сохраняет обратно то, что получилось.

#### Тема 13. Работа с компьютерными сетями

Создать программу, которая ищет в файле самое большое число. Файл должен быть считан с web-сервера в интернете.

#### Тема 14. Параллельное программирование

Вывести на экран все простые числа меньше 1000. Проверка на простоту должна осуществляться в несколько потоков.

### **8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**

- Общее понятие о программировании. Виды языков программирования. Язык Python
- Базовые типы данных языка Python
- Условия и циклы
- Функции. Lamda-выражения
- Структуры данных
- Модули
- Классы, ООП.

- Исключения и их обработка
- Стандартные библиотеки языка Python
- Библиотеки для работы с математикой
- Реализация GUI в языке Python
- Работа с графическими файлами
- Работа с компьютерными сетями
- Параллельное программирование

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу</i>	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения</i>	хорошо		71-85

Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
-------------------------------------	-----------------------------	---	-------------------	--	-------

Недостаточный	Отсутствие признаков	Неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55
---------------	----------------------	---------------------	------------	----------

• **Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**Основная литература**

1. Гуриков Сергей Ростиславович «Основы алгоритмизации и программирования на Python» [Электронный ресурс]: учеб. ISBN 978-5-16-102278-8 : Б.ц. Имеются экземпляры в отделах: ЭБС Знаниум(3)  
<https://znanium.com/catalog/document?id=379975>
2. Жуков Роман Александрович «Язык программирования Python: практикум» [Электронный ресурс]: учеб. ISBN 978-5-16-107207-3 Б.ц. Имеются экземпляры в отделах: ЭБС Знаниум(3)  
<https://znanium.com/catalog/document?id=378601>

**Дополнительная литература**

1. Python Programming And Numerical Methods: A Guide For Engineers And Scientists [Электронный ресурс] <https://pythonnumericalmethods.berkeley.edu/notebooks/Index.html>
2. python.org [Электронный ресурс] <https://python.org/>
3. The Hitchhiker's Guide to Python! [Электронный ресурс] <https://docs.python-guide.org/>

• **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН

**4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – <https://lms.kantiana.ru/>, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- платформа для проведения онлайн вебинаров <https://webinar.ru/>;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

- Python 3.7.0+

## **5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**1. Наименование дисциплины** – «Теория вероятностей и математическая статистика».

Целью освоения дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» является изучение основных понятий теории вероятностей и методов обработки статистических данных.

Задачами дисциплины являются овладение понятийным аппаратом и теоремами теории вероятностей; изучение типовых методов решения задач, связанных с вероятностями случайных событий и случайными величинами; приобретение умения производить анализ первичной статистической информации.

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-2. Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.	ОПК-2.1. Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из области физико-математических наук и инженерии. ОПК-2.2. Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии. ОПК-2.3. Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.	<b>Знать:</b> основные понятия и методы теории вероятностей и математической статистики <b>Уметь:</b> логически мыслить, подбирать формулы, соответствующие типам задач, использовать математические методы и модели для решения прикладных задач <b>Владеть:</b> основными приемами и способами вычисления вероятностей наступления случайных событий, их числовых характеристик, оценок, а также методами количественного анализа процессов обработки, поиска и передачи информации

<p>ОПК-3. Способен решать задачи и представлять результаты своей профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий, прикладных компьютерных программ и работать с информацией в глобальных информационных сетях.</p>	<p>ОПК-3.1. Проводит конструкторские и инженерные расчеты, моделирование физических процессов, испытательные работы с использованием современного программного обеспечения. ОПК-3.2. Представляет результаты решения задач профессиональной деятельности с использованием передовых цифровых и программных решений.</p>	<p><b>Знать:</b> Теоретические основы и принципы математического моделирования <b>Уметь:</b> Проводить конструкторские и инженерные расчеты, моделирование физических процессов с учетом знаний теории вероятности и математической статистики <b>Владеть:</b> навыками применения знаний теории вероятности и математической статистики для решения задач профессиональной деятельности</p>
---	---	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория вероятностей и математическая статистика» представляет собой дисциплину *обязательной* части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы,

лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Вероятности случайных событий	<p><i>Определения суммы, произведения, разности событий, противоположного события. Определение классической вероятности. Формулы числа размещений, перестановок и сочетаний. Свойство устойчивости относительной частоты. Определение статистической вероятности. Определение геометрической вероятности. Аксиомы вероятности. Расширенная аксиома сложения. Следствия из аксиом. Условная вероятность (классический подход). Условная вероятность (аксиоматический подход). Формула умножения вероятностей (для двух и для трех событий). Независимые события. Формула умножения вероятностей для двух независимых событий. Формула полной вероятности. Априорные и апостериорные вероятности гипотез. Формула</i></p>

2	Тема 2. Случайные величины	<p>Понятие случайной величины (СВ). Дискретная случайная величина (ДСВ). Закон распределения ДСВ. Определение СВ. Формула Бернулли. Биномиальное распределение. Формула Пуассона. Распределение Пуассона.</p> <p>Функция распределения СВ. Свойства функции распределения. Формула вероятности попадания СВ на полуинтервал <math>[a, b)</math>. Непрерывная случайная величина (НСВ). Плотность распределения НСВ. Теорема о вероятности попадания НСВ в заданную точку. Свойства <math>C1-C4</math> плотности распределения.</p> <p>Математическое ожидание ДСВ и НСВ. Свойства математического ожидания. Дисперсия и стандартное отклонение СВ. Вспомогательная формула для дисперсии. Свойства дисперсии. Начальный момент <math>k</math>-го порядка. Центральный момент <math>k</math>-го порядка. Формулы, выражающие центральные моменты через начальные. Коэффициент асимметрии. Формула плотности равномерного распределения. Формула плотности нормального распределения.</p> <p>Система случайных величин (ССВ). Дискретная ССВ. Функция распределения ССВ. Свойства функции распределения ССВ. Непрерывная ССВ (НССВ). Плотность распределения НССВ. Теорема о вероятности попадания НССВ в прямоугольник. Свойства плотности распределения НССВ. Ковариация ССВ. Формула для ковариации. Свойства ковариации.</p>
3	Тема 3 Основы математической статистики	<p>Генеральная совокупность, выборка</p> <p>Варианта, дискретный вариационный ряд</p> <p>Относительная частота варианты</p> <p>Полигон частот</p> <p>Полигон относительных частот</p> <p>Статистическая оценка параметра</p> <p>Несмещённость</p> <p>Исправленная выборочная дисперсия</p> <p>Состоятельность</p> <p>Достаточный признак состоятельности</p> <p>Эффективность</p> <p>Неравенство Рао – Крамера</p> <p>Начальный эмпирический момент <math>k</math>-го порядка</p>

	<p>Центральный эмпирический момент <math>k</math>-го порядка          Функция правдоподобия для непрерывной СВ          Уравнение правдоподобия          Интервальная оценка параметра          Доверит. интервал для оценки <math>a</math> при известном <math>\square</math>.          Доверит. интервал для оценки <math>a</math> при неизвестном <math>\square</math>.          Распределение Пирсона          Г-распределение.          Мат. ожидание и дисперсия распределения Пирсона          Квантиль распределения Пирсона          Распределение Стьюдента          Плотность распределения Стьюдента          Мат. ожидание и дисперсия распределения Стьюдента          Квантиль распределения Стьюдента          Статистическая гипотеза          Ошибка первого рода          Ошибка второго рода          Уровень значимости          Мощность критерия          Принцип выбора критической области          Линейная регрессионная модель с одним предиктором          Выборочный коэффициент корреляции          Система нормальных уравнений МНК (с одним предиктором)          Линейная регрессионная модель с несколькими предикторами          Система нормальных уравнений МНК (в матричной форме)</p>
--	---

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Вероятности случайных событий	12. Случайные события 13. Вычисление вероятностей 14. Условные вероятности
2	Тема 2. Случайные величины	- Дискретные случайные величины - Непрерывные случайные величины - Моменты. Формулы Лапласа. - Дискретные системы случайных величин - Двумерные непрерывные случайные величины
3	Тема 3 Основы математической статистики	- Дискретный статистический ряд - Интервальный статистический ряд - Доверительные интервалы - Выравнивающая кривая - Проверка гипотезы о нормальном законе - Линейная регрессия

Рекомендуемая тематика *практических* занятий (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 1. Вероятности случайных событий	9. Случайные события 10. Вычисление вероятностей 11. Условные вероятности
2	Тема 2. Случайные величины	– Дискретные случайные величины – Непрерывные случайные величины – Моменты. Формулы Лапласа. – Дискретные системы случайных величин – Двумерные непрерывные случайные
3	Тема 3 Основы математической статистики	3. Дискретный статистический ряд 4. Интервальный статистический ряд 5. Доверительные интервалы 6. Выравнивающая кривая 7. Проверка гипотезы о нормальном законе 8. Линейная регрессия

## Требования к самостоятельной работе студентов

4. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Случайные события. Вычисление вероятностей. Условные вероятности. Дискретные случайные величины. Непрерывные случайные величины. Моменты. Формулы Лапласа. Дискретные системы случайных величин. Двумерные непрерывные случайные величины.

5. При подготовке к практическим занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме практической работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров или характеристик исследуемых линейных электрических цепей или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с эксплуатационными процедурами используемой в работе КИА, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты практической работы

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работ-

ники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

#### **• Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

• **Фонд оценочных средств**

**8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины**

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Вероятности случайных событий	ОПК-2, ОПК-3	Задачи самостоятельных работ. Задачи контрольной работы. Вопросы опроса.
Тема 2. Случайные величины	ОПК-2, ОПК-3	Задачи самостоятельных работ. Задачи контрольной работы. Вопросы опроса.
Тема 3 Основы математической статистики	ОПК-2, ОПК-3	Задачи самостоятельных работ. Задачи контрольной работы. Вопросы опроса.
		зачет

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

### Задачи самостоятельных работ

**Целью самостоятельных работ** является закрепление умений и навыков решения задач, приобретенных на практических занятиях; тематика самостоятельных работ охватывает весь спектр типовых задач, разбираемых на практических занятиях; проведение самостоятельных работ предоставляет преподавателю возможность оперативной обратной связи от студентов, а студентам позволяет сформировать навыки самопроверки и самостоятельного поиска необходимой информации, что существенно повышает качество обучения.

#### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №1

##### «Случайные события»

Задание №1. Подброшены две игральные кости. Какова вероятность события «произведение выпавших чисел делится на три либо на два»?

Задание №2. В корзине 2 белых, 3 синих и 5 красных шаров. Наугад извлечены три шара. Какова вероятность, что среди извлеченных шаров окажется 2 белых и синий?

#### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №2

##### «Условные вероятности»

Задание №1. В первой клетке содержатся 5 попугаев, из которых 3 – говорящих, во второй клетке – 6 попугаев, все говорящие. Из первой клетки взяли наугад одного попугая и пересадили во вторую. Затем из второй клетки случайным образом взяли одного попугая и продали его покупателю, желающему приобрести собеседника. Какова вероятность, что покупателю достанется говорящий попугай?

Задание №2. Два автомата производят одинаковые детали, которые поступают на общий конвейер, причем 1-й автомат производит 30% всей продукции. Известно, что процент бракованных изделий, выпускаемых первым автоматом, равен 20%, а для второго автомата процент брака составляет 10%. Наудачу взятая с конвейера деталь оказалась бракованной. Найти вероятность того, что эта деталь произведена первым автоматом.

#### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №3

##### «Дискретные случайные величины»

Задание №1. В корзине 7 шаров, из них 4 белых, остальные – черные. Наугад выбраны 2 шара. Пусть  $X$  – число белых шаров среди выбранных. Построить и графически изобразить ряд распределения случайной величины  $X$ .

Задание №2. Производятся три независимых выстрела по цели. Вероятности попадания при первом, втором и третьем выстреле соответственно равны 0,1, 0,2, 0,3. Построить и графически изобразить ряд распределения случайной величины  $X$  – числа попаданий в цель. Ответы выразить в виде десятичной дроби с тремя знаками после запятой.

#### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №4

##### «Непрерывные случайные величины»

Задание №1. Случайная величина  $X$  задана плотностью распределения

$$p(x) = \begin{cases} C(x^2 + 2x + 3) & \text{если } x \in (0,1) \\ 0 & \text{если } x \notin (0,1) \end{cases}$$

Найти параметр  $C$  и функцию распределения  $F(x)$ .

Задание №2. Случайная величина  $X$  задана плотностью распределения:

$$p(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0, \\ 0,1e^{-0,1x} & \text{при } x > 0 \end{cases}$$

Найти вероятность того, что в результате испытания  $X$  примет значение в интервале  $(0; 2)$ .

Ответ записать в виде десятичной дроби, округленной до трёх знаков после запятой.

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №5 «Локальная и интегральная формулы Лапласа»

Задание №1. Стрелок стреляет по мишени 200 раз. Вероятность попадания при каждом выстреле равна 0,1. Используя локальную формулу Лапласа, найти вероятность того, что стрелок попал по мишени ровно 15 раз. Ответ представить в виде десятичной дроби с тремя знаками после запятой.

Задание №2. Стрелок стреляет по мишени 400 раз. Вероятность попадания при каждом выстреле равна 0,7. Используя интегральную формулу Лапласа, найти вероятность того, что стрелок попал по мишени от 250 до 270 раз включительно. Ответ представить в виде десятичной дроби с тремя знаками после запятой.

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №6 «Коэффициент корреляции»

Задание. Задано распределение вероятностей дискретной ССВ:

X	Y		
	10	20	30
0	0,1	0	0,2
1	p	0,3	p
2	0,2	0	0,1

Найти: 1) значение  $p$ ;

6. законы распределения ее компонент  $X$  и  $Y$ ;

7. коэффициент корреляции.

Ответ в п.3 представить в виде десятичной дроби с тремя знаками после запятой.

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №7 «Двумерные непрерывные случайные величины»

Случайная точка  $(X, Y)$  падает на четырехугольник  $ABCD$ , где

$A(0, 0)$	$B(1, 0)$	$C(0, 1)$	$D(-1, 1)$
-----------	-----------	-----------	------------

Считая ее распределение по данному четырехугольнику равномерным, найти:

3. плотность распределения  $p(x, y)$ ;

4. плотности распределения ее компонент;
  5. математические ожидания и стандартные отклонения компонент;
  6. коэффициент корреляции.
- Ответ в п. 4 представить в виде десятичной дроби с тремя знаками после запятой.

**САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №8**  
«Статистический ряд»

Задание. По полученным данным постройте ранжированный ряд, статистический ряд (с частотами, накопленными частотами и частостями), полигон частот, кумуляту. Определите числовые характеристики вариационного ряда (среднюю арифметическую, выборочную дисперсию, выборочное стандартное отклонение, моду, медиану, квартили, размах вариации, коэффициент вариации).

Примечание. Ответы округлить до трех знаков после запятой.

180	190	210	180	190
190	180	200	170	220
190	210	180	180	190
220	180	210	190	210
180	190	170	200	190

**САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №9**  
«Интервальный статистический ряд»

По полученным данным постройте интервальный статистический ряд и гистограмму частот. Определите числовые характеристики построенного ряда (среднюю арифметическую, выборочную дисперсию, выборочное стандартное отклонение, моду, медиану, размах вариации, коэффициент вариации).

Примечание. Ответы округлить до трех знаков после запятой.

Возьмите 6 интервалов в пределах от 2,0 до 5,0.

3,12	3,04	3,96	3,18	4,20
3,65	3,07	2,39	3,41	3,13
4,08	3,10	3,32	4,54	2,16
3,71	3,03	4,85	3,07	2,89

**САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №10**  
«Доверительные интервалы»

Задание 1. Найти доверительный интервал для оценки с заданной надежностью неизвестного математического ожидания нормально распределенного признака  $X$  генеральной совокупности, если известны генеральное среднее квадратическое отклонение, выборочная средняя и объем выборки  $n$ :

$$\sigma = 6, \bar{x} = 17,2, n = 36.$$

Задание 2. Из генеральной совокупности извлечена выборка. Оценить по данной выборке математическое ожидание нормально распределенного признака генеральной совокупности по выборочной средней при помощи доверительного интервала (генеральное стандартное отклонение неизвестно).

Варианты $x_i$	-10	0	10	20	30
----------------	-----	---	----	----	----

Частоты $n_i$	1	1	4	3	1
---------------	---	---	---	---	---

В каждом из заданий рассмотреть три случая:  $\gamma = 0,95$ ,  $\gamma = 0,99$  и  $\gamma = 0,999$ . При каком значении надежности доверительный интервал оказывается больше?

Примечание. Ответы округлить до трех знаков после запятой.

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №11 «Выравнивающая кривая»

Задание. Данные наблюдений сведены в группы и представлены в виде интервального статистического ряда. Требуется:

1. Построить гистограмму плотностей относительных частот.
2. Вычислить среднюю арифметическую, выборочную дисперсию, выборочное среднее квадр. отклонение.
3. Предполагая, что исследуемая случайная величина распределена по нормальному закону, найти параметры нормального закона, записать функцию плотности вероятности и построить ее график на одном чертеже с гистограммой (выравнивающая кривая).

Интервалы	(20; 26)	(26; 32)	(32; 38)	(38; 44)	(44; 50)	(50; 56)	(56; 62)	(62; 68)
Частоты	1	4	20	45	60	44	21	5

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №12 «Проверка гипотезы о нормальном распределении»

Задание. Данные наблюдений сведены в группы и представлены в виде интервального статистического ряда. Требуется, используя критерий согласия Пирсона, при уровне значимости 0,01 проверить гипотезу о том, что исследуемая случайная величина распределена по нормальному закону.

Примечание. Выборочное стандартное отклонение округлить до двух знаков после запятой. Значения функции Лапласа взять из таблицы Приложения 2 «Руководства...» В.Е. Гмурмана, а критическую точку распределения Пирсона – из таблицы Приложения 5.

Интервалы	(16; 20)	(20; 24)	(24; 28)	(28; 32)	(32; 36)	(36; 40)	(40; 44)	(44; 48)
Частоты	3	13	32	54	52	32	9	5

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №13 «Линейная регрессия»

Задание. Двумя способами найти выборочное уравнение линейной регрессии  $Y$  на  $X$  по данным таблицы. Построить прямую регрессии на одном чертеже с облаком точек.

Примечание. При записи ответа коэффициенты уравнения регрессии округлить до трех знаков после запятой.

	Y							
X	5	10	15	20	25	30	35	40

100	2	1	–	–	–	–	–	–
120	3	4	–	3	–	–	–	–
140	–	–	5	10	8	–	–	–
160	–	–	–	1	–	6	1	1
180	–	–	–	–	–	–	4	1

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №14

#### «Параболическая регрессия»

**Задание.** Найти выборочное уравнение параболической регрессии по данным таблицы:

$$y = ax^2 + bx + c .$$

Коэффициенты уравнения вычислить с точностью до трех знаков после запятой.

Y	X				
	0	1	2	3	4
0	–	–	10	–	–
3	–	3	–	6	–
6	1	7	–	4	–
9	4	–	–	–	3
12	–	–	–	–	2

**Задание №3.** В первой корзине лежат 5 шаров: 3 белых и 2 черных. Во второй корзине содержатся 9 шаров, из них 4 белых и 5 черных. Из 1-й корзины наугад взяли шар и переложили во вторую. Затем из второй корзины наугад извлекли шар. Найти вероятность того, что этот шар белый.

**Задание №4.** В двух ящиках имеются лампы. В первом – 6 ламп, из них одна бракованная, а остальные – исправные. Во втором – 5 ламп, из них всего одна бракованная. Из первого ящика наугад взята лампа и переложена во второй. Найти вероятность того, что наугад извлеченная лампа из второго ящика будет исправной

**Задание №5.** В мешке лежат три карточки. Первая с обеих сторон красная, вторая с обеих сторон зеленая, а третья с одной стороны красная, а с другой – зеленая. Из мешка вынули карточку и положили ее на стол произвольной стороной вверх. Ее верхняя сторона оказалась красной. Какова вероятность, что и нижняя сторона – тоже красная?

**Задание №6.** Подбрасываются две монеты. Нам сообщают, что одна из них упала орлом вверх. Какова вероятность, что и другая тоже упала орлом вверх?

**Задание №7.** Студент знает 10 билетов из 15. Какова вероятность вытянуть билет, который он знает, если перед этим наугад вытянули один билет?

### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

#### Вариант 1

**№1.** Фишка стоит на нижней левой клетке доски  $5 \times 5$ . За один ход она может переместиться на одну клетку в одном из трех направлений: вправо, вверх, либо по диагонали вправо-вверх. Сколькими способами она может достичь правой верхней клетки?

**№2.** В первом ящике лежат 5 ручек, из которых 2 –пишут, во втором ящике – 3 ручки, из которых пишет одна. Из первого ящика взяли наугад две ручки и переложили во вторую. Затем из второго ящика случайным образом взяли одну ручку. Какова вероятность, что она пишет?

**№3.** Продавец на рынке закупает картофель у трех фермеров — Иванова, Петрова и Сидорова, причем Иванов дает **20%** всей продукции, а Петров — **30%**. Известно, что доля гнилого картофеля у Иванова составляет **8%**, у Петрова — **12%**, у Сидорова — **10%**. Наугад взятая картофелина оказалась гнилой. Найти вероятность того, что она поставлена Ивановым

**№4.** Стрелок стреляет по мишени **900** раз. Вероятность попадания при каждом выстреле равна **0,2**. Используя интегральную формулу Лапласа, найти вероятность того, что стрелок попал по мишени от **175** до **180** раз включительно. Ответ представить в виде десятичной дроби с тремя знаками после запятой.

**№5.** Дана таблица распределения вероятностей дискретной ССВ. Найти значение  $p$  и коэффициент корреляции:

X	Y		
	10	20	30
1	0,3	0	0,1
2	0	0,3	p
3	0	0	0,2

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

*Примерный перечень вопросов к зачету:*

1. Определения суммы, произведения, разности событий, противоположного события. Определение классической вероятности.
2. Формулы числа размещений, перестановок и сочетаний (все – без повторений).
3. Свойство устойчивости относительной частоты. Определение статистической вероятности.
4. Определение геометрической вероятности (для случая фигур на плоскости).
5. Аксиомы А1–А3. Расширенная аксиома сложения. Следствия из аксиом.
6. Условная вероятность (классической подход). Условная вероятность (аксиоматический подход). Формула умножения вероятностей (для двух и для трех событий).
7. Независимые события. Формула умножения вероятностей для двух независимых событий.
8. Формула полной вероятности. Априорные и апостериорные вероятности гипотез. Формула Байеса.

9. Понятие случайной величины (СВ). Дискретная случайная величина (ДСВ). Закон распределения ДСВ. Определение СВ.
10. Формула Бернулли. Биномиальное распределение.
11. Формула Пуассона. Распределение Пуассона.
12. Функция распределения СВ. Свойства функции распределения. Формула вероятности попадания СВ на полуинтервал  $[a, b)$ .
13. Непрерывная случайная величина (НСВ). Плотность распределения НСВ. Теорема о вероятности попадания НСВ в заданную точку. Свойства плотности распределения.
14. Математическое ожидание ДСВ и НСВ. Свойства математического ожидания.
15. Дисперсия и стандартное отклонение СВ. Вспомогательная формула для дисперсии. Свойства дисперсии.
16. Начальный момент  $k$ -го порядка. Центральный момент  $k$ -го порядка. Формулы, выражающие центральные моменты второго и третьего порядков через начальные моменты. Коэффициент асимметрии.
17. Формула плотности равномерного распределения.
18. Формула плотности нормального распределения.
19. Система случайных величин (ССВ). Дискретная ССВ.
20. Функция распределения ССВ. Свойства функции распределения ССВ.
21. Непрерывная ССВ (НССВ). Плотность распределения НССВ. Теорема о вероятности попадания НССВ в прямоугольник. Свойства плотности распределения НССВ.
22. Ковариация ССВ. Формула для ковариации. Свойства ковариации.
23. Коэффициент корреляции. Свойства коэффициента корреляции.
24. Генеральная совокупность, выборка. Объем совокупности. Способы отбора. Основные принципы выборочного метода.
25. Варианта, дискретный вариационный ряд. Относительная частота варианты. Полигон частот Полигон относительных частот
26. Статистическая оценка параметра Несмещённость Исправленная выборочная дисперсия
27. Состоятельность Достаточный признак состоятельности
28. Эффективность Неравенство Рао – Крамера
29. Начальный эмпирический момент  $k$ -го порядка Центральный эмпирический момент  $k$ -го порядка
30. Функция правдоподобия для непрерывной СВ Уравнение правдоподобия
31. Интервальная оценка параметра
32. Доверит. интервал для оценки  $a$  при известном стандартном отклонении.
33. Доверит. интервал для оценки  $a$  при неизвестном стандартном отклонении.

34. Распределение Пирсона Плотность распределения Пирсона, математическое ожидание и дисперсия. Квантиль распределения Пирсона
35. Г-распределение, его плотность, математическое ожидание и дисперсия
36. Распределение Стьюдента Плотность распределения Стьюдента Мат. ожидание и дисперсия распределения Стьюдента Квантиль распределения Стьюдента
37. Распределение Фишера, его плотность.
38. Статистическая гипотеза Ошибка первого рода Ошибка второго рода Уровень значимости Мощность критерия Принцип выбора критической области
39. Линейная регрессионная модель с одним предиктором
40. Выборочный коэффициент корреляции
41. Система нормальных уравнений МНК (с одним предиктором)
42. Линейная регрессионная модель с несколькими предикторами
43. Система нормальных уравнений МНК (в матричной форме)

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## 10. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

### Основная литература

- Коган, Е. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / Е.А. Коган, А.А. Юрченко. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 250 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook\_5cde54d3671a96.35212605. - ISBN 978-5-16-014235-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1541962> (дата обращения: 06.04.2022). – Режим доступа: по подписке.
- 1. Бочаров, П. П. Теория вероятностей. Математическая статистика [Электронный ресурс] / П. П. Бочаров, А. В. Печинкин. - 2-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 296 с. - ISBN 5-9221-0633-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/405754> (дата обращения: 06.04.2022). – Режим доступа: по подписке.

### Дополнительная литература

- 14 Ананьевский, С. М. Теория вероятностей с примерами и задачами: Учебное пособие / Ананьевский С.М., Невзоров В.Б. - СПб:СПбГУ, 2013. - 240 с.: ISBN 978-5-288-05491-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/940734> (дата обращения: 06.04.2022). – Режим доступа: по подписке.
- 15 Корчагин, В. В. Теория вероятностей и математическая статистика : практикум / В. В. Корчагин, С. В. Белокуров, Р. В. Кузьменко. - Воронеж : Воронежский институт ФСИН России, 2019. - 162 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1086219> (дата обращения: 06.04.2022). – Режим доступа: по подписке.
- 16 Двойцова, И. Н. Элементы теории вероятностей и математической статистики : учебное пособие / И. Н. Двойцова. - Железногорск : ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. - 136 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1844137> (дата обращения: 06.04.2022). – Режим доступа: по подписке.

## 11. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА

- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

## **12. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

## **13. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения практических занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## 1. Программа дисциплины «Искусственный интеллект и машинное обучение»

**Целью** дисциплины «Основы машинного обучения» является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков по основам машинного обучения, овладение студентами инструментарием, моделями и методами машинного обучения, а также приобретение навыков исследователя.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p>ОПК-2. Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.</p>	<p>ОПК-2.1. Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из области физико-математических наук и инженерии.                      ОПК-2.2. Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии.                      ОПК-2.3. Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b>                      - ключевые понятия, цели и задачи использования машинного обучения; методологические основы применения алгоритмов машинного обучения; принципы построения векторов признаков, решающих правил и классификации; основные виды классификаторов; принципы построения линейных классификаторов; принципы построения нелинейных классификаторов; особенности выбора признаков классификации и предварительной обработки данных;                      - способы и результаты применения ИИ в профессиональной сфере деятельности;  <b>Уметь:</b>                      - визуализировать результаты работы алгоритмов машинного обучения, выбирать метод машинного обучения, соответствующий исследовательской задаче, интерпретировать полученные результаты; выбирать подходящий вид классификатора в зависимости от решаемой задачи; выбирать набор признаков для классификации и проводить предварительную обработку данных; применять алгоритмы построения и обучения классификатора по выборке; ориентироваться в современных сферах применения ИИ и оперативно отслеживать появления новых сфер.  <b>Владеть</b>                      - навыками чтения и анализа академической литературы по применению методов машинного обучения, построения и оценки качества моделей; - навыками выбора,</p>

		<p>построения, обучения и использования основных классификаторов при решении задач;</p> <p>применения ИИ для решения задач, возникающих в профессиональной сфере деятельности</p>
<p>ОПК-3. Способен решать задачи и представлять результаты своей профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий, прикладных компьютерных программ и работать с информацией в глобальных информационных сетях.</p>	<p>ОПК-3.1. Проводит конструкторские и инженерные расчеты, моделирование физических процессов, испытательные работы с использованием современного программного обеспечения.</p> <p>ОПК-3.2. Представляет результаты решения задач профессиональной деятельности с использованием передовых цифровых и программных решений.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ключевые понятия, цели и задачи использования машинного обучения;</li> <li>методологические основы применения алгоритмов машинного обучения; принципы построения векторов признаков, решающих правил и классификации; основные виды классификаторов; принципы построения линейных классификаторов; принципы построения нелинейных классификаторов; особенности выбора признаков классификации и предварительной обработки данных;</li> <li>- способы и результаты применения ИИ в профессиональной сфере деятельности;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- визуализировать результаты работы алгоритмов машинного обучения, выбирать метод машинного обучения, соответствующий исследовательской задаче, интерпретировать полученные результаты; выбирать подходящий вид классификатора в зависимости от решаемой задачи; выбирать набор признаков для классификации и проводить предварительную обработку данных; применять алгоритмы построения и обучения классификатора по выборке; ориентироваться в современных сферах применения ИИ и оперативно отслеживать появления новых сфер.</li> </ul> <p><b>Владеть</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками чтения и анализа академической литературы по применению методов машинного обучения, построения и оценки качества моделей;</li> <li>- навыками выбора, построения, обучения и использования основных классификаторов при решении задач;</li> <li>применения ИИ для решения задач, возникающих в профессиональной сфере деятельности</li> </ul>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

«Машинное обучение» представляет собой дисциплину базовой части направления подготовки бакалавриата.

#### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы обучающегося и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

#### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Типы задач. Метрические классификаторы.	Предмет и задачи машинного обучения и анализа данных. Основные принципы, задачи и подходы, использование в различных областях науки и
	Алгоритмы кластеризации	индустрии. Основные этапы эволюции алгоритмов машинного обучения. Общий вид метрического классификатора. Алгоритм К ближайших соседей. Алгоритмы отбора эталонов. Алгоритмы кластеризации с фиксированным количеством кластеров. Алгоритмы кластеризации по плотности. Иерархическая кластеризация.
2	Деревья решений, линейные классификаторы. Нейронные сети	Правила и анализ качества (точность, полнота). Анализ с помощью ROC кривой. Алгоритм построения деревьев решений. Критерий информационного выигрыша и критерий Джини. Леса решающих деревьев. Перцептрон и разделяющая гиперплоскость. Переход в пространство повышенной размерности. Метод опорных векторов Логистическая регрессия. Градиентный спуск. Нейронные сети и алгоритм обратного

		распространения градиента. Глубокое обучение, свертки и пулинг
3	Понятие об искусственном интеллекте	Содержание понятия «Искусственный интеллект». Эволюция понятия ИИ. Основные свойства ИИ. Его этапы развития. Проблемы классификации ИИ. Примеры различных классификаций систем ИИ. Нейробионическое направление. Информационное направление. Искусственный интеллект в России.
4	Хронологические этапы и исследовательские подходы в изучении ИИ	Хронологические этапы и исследовательские подходы в изучении ИИ. Исследовательские подходы к изучению ИИ. Стандартизация в области ИИ.
5	Влияние ИИ на развитие человеческой цивилизации	Хокинг о развитии ИИ. Мнение российских ученых о ИИ. Влияние технологий ИИ на экономику и бизнес. Влияние ИИ на рынок труда

## 6. Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№	Наименование раздела	Тема лекции
1	Типы задач. Метрические классификаторы. Алгоритмы кластеризации	Лекция 1. Предмет и задачи машинного обучения и анализа данных. Основные принципы, задачи и подходы, использование в различных областях науки и индустрии. Основные этапы эволюции алгоритмов машинного обучения. Лекция 2. Общий вид метрического классификатора. Алгоритм К ближайших соседей. Алгоритмы отбора эталонов. Лекция 3. Алгоритмы кластеризации с фиксированным количеством кластеров. Алгоритмы кластеризации по плотности. Иерархическая кластеризация.
2	Деревья решений, линейные классификаторы. Нейронные сети	Лекция 4. Правила и анализ качества (точность, полнота). Анализ с помощью ROC кривой. Лекция 5. Алгоритм построения деревьев решений. Критерий информационного выигрыша и критерий Джини. Леса решающих деревьев. Лекция 6. Перцептрон и разделяющая гиперплоскость. Переход в пространство повышенной размерности. Метод опорных векторов. Лекция 7. Логистическая регрессия. Градиентный спуск. Нейронные сети и алгоритм обратного распространения градиента. Лекция 8. Глубокое обучение, свертки и пулинг

3	Понятие об искусственном интеллекте	Содержание понятия «Искусственный интеллект». Эволюция понятия ИИ. Основные свойства ИИ. Его этапы развития. Проблемы классификации ИИ. Примеры различных классификаций систем ИИ. Нейробионическое направление. Информационное направление. Искусственный интеллект в России.
4	Хронологические этапы и исследовательские подходы в изучении ИИ	Хронологические этапы и исследовательские подходы в изучении ИИ. Исследовательские подходы к изучению ИИ. Стандартизация в области ИИ.
5	Влияние ИИ на развитие человеческой цивилизации	Хокинг о развитии ИИ. Мнение российских ученых о ИИ. Влияние технологий ИИ на экономику и бизнес. Влияние ИИ на рынок труда

**Рекомендуемая тематика *практических* занятий:**

№ п/п	Наименование Темы	Содержание темы
1	Основные понятия и определения. Примеры прикладных задач	Признаки, вектора признаков. Объекты, классы. Классификация. Классификатор. Обучение, виды обучения "с учителем" и "без учителя". Разбор примеров прикладных задач.
2	Линейные классификаторы	Разбор примеров и решение задач по темам: линейная модель классификации, метод стохастического градиента, алгоритм Персептрона.
3	Метод опорных векторов	Основы метода опорных векторов. Случай линейно разделимой выборки. Случай линейно неразделимой выборки. Ядра и спрямляющие пространства. Разбор примеров и решение задач.
4	Методы восстановления регрессии	Метод наименьших квадратов. Непараметрическая регрессия: ядерное сглаживание. Линейная регрессия. Метод главных компонент. Разбор примеров и решение задач по этим темам.
5	Искусственные нейронные сети	Проблема полноты. Задача исключаящего "или". Вычислительные возможности двух- и трехслойных сетей. Метод обратного распространения ошибки. Изучение на лабораторном занятии алгоритма постройки нейронных сетей.
6	Выбор признаков и подготовка данных	Влияние выбора набора признаков на результаты классификации. Предварительная обработка данных. Недостающие значения. Выбор признаков на основе проверки гипотез. Выбор подмножества признаков.
7	Контекстно-зависимая классификация	Марковские цепи. Алгоритм Витерби. Скрытые марковские модели. Применение в задачах распознавания голоса. Решение задач по теории марковских моделей в машинном обучении.

На практических занятиях решаются задачи по теме занятия.

**Требования к самостоятельной работе обучающихся**

1. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.

2. Выполнение домашнего задания, предусматривающего решение задач, выполнение упражнений, выдаваемых на практических занятиях, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических

данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Типы задач. Метрические классификаторы. Алгоритмы кластеризации	ОПК-2, ОПК-3	Тестирование
Деревья решений, линейные классификаторы. Нейронные сети	ОПК-2, ОПК-3	Тестирование

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности процессе текущего контроля

1. Какие из этих задач типичны для машинного обучения с учителем?

1. Группировка сообщений от пользователей;
2. Оценка тона комментария: положительный или отрицательный;
3. Группировка изображений по визуальным признакам на размеченных данных;
4. Оценка вероятности, кликнет ли человек на рекламный баннер.

1.  1 и 2
2.  2 и 4
3.  1 и 3

2. Выберите все задачи, которые характерны для обучения без учителя.

1. Прогноз стоимости недвижимости;
2. Предсказание пола автора комментария;
3. Рекомендация друзей, контента и пабликов в социальных сетях;
4. Сегментация пользователей интернет-магазина по неявным интересам.

1.  1 и 3
2.  1 и 2
3.  3 и 4
4.  1 и 4

3. Вы хотите предсказать суммы, которые клиенты потратят на оплату трафика в разные

месяцы, исходя из истории их предыдущего потребления. Это задача:

- Регрессии
- Классификации
- Классификации и регрессии

1. В базе данных есть следующие записи: длительность звонков, общее число звонков, общее число переданных сообщений, количество потраченных гигабайтов трафика. Вы хотите предсказывать объем трафика, который потратят клиенты. Что будет объектом модели в этой задаче?

- Длительность звонков
- Общее число звонков
- Клиент
- Количество трафика

2. Вы хотите выявлять клиентов, которые, вероятно, перестанут пользоваться услугами компании в ближайшую неделю. Это задача:

- Классификации
- Регрессии
- Кластеризации

3. Что будет объектом в задаче поиска уходящих от компании клиентов?

- Уход клиента
- Количество дней, через которые клиент уйдет
- Клиент
- Услуга, от которой отказывается клиент

4. Что будет целевой переменной ( $y$ ) в задаче поиска уходящих от компании клиентов?

- Уход клиента
- Количество дней, через которые клиент уйдет
- Клиент
- Услуга, от которой отказывается клиент

5. Какие метрики можно использовать, чтобы оценить, насколько качественно модель решает задачу поиска уходящих клиентов?

- Долю правильных ответов, полноту, точность
- RMSE, MAE, MAPE
- Долю правильных ответов, MAPE, MSE

6. Какой алгоритм не подходит для решения задачи, объекты в которой нужно разделить на классы?

- Случайный лес
- Дерево принятия решений
- Линейная регрессия
- Логистическая регрессия

7. Оцените метрики и решите, какую модель стоит выбрать для пилотного внедрения.

	Точность	Полнота	Доля правильных ответов
Логистическая регрессия	0.7	0.78	0.79
Решающее дерево	0.72	0.77	0.78
Случайный лес	0.82	0.79	0.88

1.  Логистическая регрессия
2.  Решающее дерево
3.  Случайный лес

8. Компания запускает пилотный проект, чтобы проверить, помогают ли прогнозы модели лучше находить клиентов, которых можно удержать. Какой способ проверки подойдет:

1.  Предлагать скидку 15% на услуги, как в компании всегда делали в этих случаях
2.  Предлагать улучшенный пакет услуг — так делает конкурент, да и вообще, давно хотели такое попробовать

9. Компания отобрала клиентов, которых модель посчитала уходящими, в тестовую группу, а тех, кого уходящими посчитали маркетологи, — в контрольную. Тестовая группа получила предложение о скидке 15% в четверг вечером, а контрольная — в субботу. Будете ли вы доверять результатам такого эксперимента?

1.  Да, ведь скидка одинакова
2.  Нет, ведь они получили предложения в разное время

10. Как можно бороться с переобучением модели?

1. С помощью кросс-валидации;
  2. С помощью отложенных выборок;
  3. С помощью A/B-тестирований;
  4. С помощью композиции алгоритмов.
1.  1 и 2
  2.  3 и 4
  3.  1 и 4
  4.  2 и 4

11. Ваши клиенты активно пишут в онлайн-чаты техподдержки по любому поводу. Вы хотите в первую очередь работать с негативом, а значит, вам нужно научиться по тону сообщения отделять жалобы от стандартных вопросов, чтобы жалобы автоматически получали приоритет. Вы решаете делить сообщения на два класса. Дата-сайентист спрашивает, какая метрика будет ключевой?

Какую метрику вы выберете с учетом того, что вам важно научиться точно находить жалобы?

	$y = 1$ жалоба	$y = 0$ обычный вопрос
$y$ прогнозное = 1	TP	FP
$y$ прогнозное = 0	FN	TN

1.  Доля правильных ответов  $(TP+TN)/(TP+TN+FN+FP)$
  2.  Точность  $TP/(TP+FP)$
  3.  Полнота  $TP/(TP+FN)$
12. Если вы хотите, чтобы каждый объект попал в обучающую выборку и алгоритм стал учитывать его особенности, надо выбрать:
1.  Метод многих отложенных выборок
  2.  Метод кросс-валидации (k-блоки)
13. К персональным данным относится:
1.  Только та информация, которая непосредственно указывает физическое лицо
  2.  Любая информация, которая прямо либо косвенно может быть соотнесена с физическим лицом
  3.  Любая информация, которая прямо либо косвенно может быть соотнесена с физическим или юридическим лицом
14. Какая информация о пациентах, находящаяся в распоряжении медицинской организации, относится к персональным данным?
1. Диагнозы конкретных пациентов
  2. Количество пациентов медицинской организации
  3. Данные из электронной медицинской карты без Ф.И.О.: дата рождения, адрес регистрации и пр.
  4. Динамика роста случаев конкретного заболевания.
1.  2 и 4
  2.  1 и 4
  3.  1 и 2
  4.  1 и 3

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

#### Вопросы для промежуточного контроля (зачета)

1. Препроцессинг. Масштабирование. Нормировка. Полиномиальные признаки. One-hot encoding.
2. Кластеризация. kMeans, MeanShift, DBSCAN, Affinity Propagation.
3. Смещение и дисперсия (bias and variance). Понятие средней гипотезы.
4. Ансамблевые методы. Soft and Hard Voting. Bagging. Случайные леса. AdaBoost.
5. Типы обучения: с учителем, без учителя, с подкреплением, с частичным участием учителя, активное обучение.
6. Бустинг деревьев решений.
7. Ошибка внутри и вне выборки. Ошибка обобщения. Неравенство Хёфдинга. Валидация и кросс-валидация.
8. Линейная регрессия. Полиномиальная регрессия. Гребневая регрессия.
9. Размерность Вапника-Червоненкиса. Размерность Вапника-Червоненкиса для перцептрона.
10. Логистическая регрессия. Градиентный спуск.
11. Пороговые условия. Эффективность по Парето. Precision-Recall и ROC кривые. AUC.
12. Ансамблевые методы регрессии. RANSAC. Theil-Sen. Huber.
13. Перцептрон. Перцептрон с карманом.
14. Метод опорных векторов. Постановка задачи. Формулировка и решение двойственной

- задачи. Типы опорных векторов. Ядра.
15. Гипотезы и дихотомии. Функция роста. Точка поломки. Доказательство полиномиальности функции роста в присутствии точки поломки.
  16. Деревья решений. Информационный выигрыш, критерий Джини. Регуляризация деревьев. Небрежные решающие деревья.
  17. Байесовский классификатор. Типы оценки распределений признаков (Gaussian, Bernoulli, Multinomial). EM алгоритм.
  18. Нейронные сети. Перцептрон Розенблатта. Функции активации. Обратное распространение градиента. Softmax.
  19. Стохастическая оптимизация. Hill Climb. Отжиг. Генетический алгоритм.
  20. Метрические классификаторы. kNN. WkNN. Отбор эталонов. DROP5. Kdtree.

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85

Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **Основная литература**

1. Лимановская, О. В. Основы машинного обучения : учебное пособие / О. В. Лимановская, Т. И. Алферьева. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА : Изд-во Урал. ун-та, 2022. - 88 с. - ISBN 978-5-9765-5006-3 (ФЛИНТА) ; ISBN 978-5-7996-3015-7 (Изд-во Урал. ун-та). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1891377> (дата обращения: 14.03.2023). – Режим доступа: по подписке.
2. Коэльо, Луис Педро Построение систем машинного обучения на языке Python / Луис Педро Коэльо, Вилли Ричарт ; пер. с англ. А. А. Слинкина. - 2-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2016. - 302 с. - ISBN 978-5-97060-330-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1027824> (дата обращения: 14.03.2023). – Режим доступа: по подписке.

### **Дополнительная литература**

1. Рашка, С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения / С. Рашка ; пер. с англ. А.В. Логунова. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 418 с. - ISBN 978-5-97060-409-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1027758> (дата обращения: 14.03.2023). – Режим доступа: по подписке.

## **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms3.kantiana.ru](http://www.lms3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;

- установленное на рабочих местах обучающихся ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.
- GNU C++;
- Oracle Java;
- Python;
- Deductor.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## 1. Наименование дисциплины: «Теория функций комплексного переменного».

**Цель** изучения дисциплины «Теория функций комплексного переменного» является изучение понятие комплексного числа, функции комплексного переменного, дифференцирования и интегрирования функции комплексного переменного. Формирования необходимых навыков при использовании функции комплексного переменного.

**Задачами** дисциплины являются изучение различных форм комплексных чисел и действия с ними, освоение понятия конформное отображение, дифференцирования и интегрирования функции комплексного переменного, методов разложения функций в ряд Лорана, вычисления вычетов в особых точках и применение основной теоремы о вычетах для вычисления интегралов.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен использовать знания в области физики, математики и инженерии для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Демонстрирует знания законов физики и математического аппарата. ОПК-1.2. Решает физические и инженерные задачи, используя математический аппарат. ОПК-1.3. Решает задачи профессиональной деятельности через решение фундаментальных физических и инженерных задач.	<b>Знать:</b> основные понятия, определения и свойства объектов, формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их связи и приложения в области физики и дисциплинах естественнонаучного содержания. <b>Уметь:</b> решать задачи теории функции комплексного переменного. Работать с комплексными числами. Вычислять значения функции комплексного переменного. Представлять разложении функции в ряд Лорана и выяснять вопрос области применимости разложения. Вычислять интегралы с использованием интегральной теоремы Коши и основной теоремы о вычетах. <b>Владеть:</b> математическим аппаратом, методами доказательств утверждений, навыками применения этого в других областях физических знаний. Основными приёмами

<p>ОПК-2. Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.</p>	<p>ОПК-2.1. Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из области физико-математических наук и инженерии.  ОПК-2.2. Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии.  ОПК-2.3. Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b> Современные методы и подходы в инженерии, применимые для проектирования решений научно-исследовательских задач с учетом знаний теории функций комплексного переменного  <b>Уметь:</b> проводить поиск и анализ научно-технической информации для выявления актуальных исследовательских проблем с учетом знаний теории функций комплексного переменного  <b>Владеть:</b> Способностью интегрировать знания из теории функций комплексного переменного для решения практических задач в различных сферах деятельности</p>
---	---	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория функций комплексного переменного» представляет собой дисциплину *обязательной* части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам

учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно- заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Комплексные числа и действия над ними.	Алгебраическая форма комплексного числа. Геометрическая интерпретация комплексных чисел. Тригонометрическая и показательная формы записи. Умножение и деление комплексных чисел, записанных в тригонометрической и показательной форме. Возведение в степень и извлечение корня. Бесконечно удаленная точка; Сфера Римана, стереографическая проекция; расширенная комплексная плоскость. Множества точек на комплексной плоскости.

2	Тема 2. Функции комплексного переменного. Дифференцирование функции комплексного переменного.	<p>Последовательности комплексных чисел. Предел последовательности; Определение функции комплексного переменного. Предел функции комплексного переменного. Непрерывность функции комплексного переменного. Производная функции комплексного переменного. Необходимое и достаточное условие дифференцируемости функции комплексного переменного (Условие Коши-Римана). Правила дифференцирования функции. Аналитические функции и их свойства. Гармонические функции; Связь гармонической и аналитической функции. Восстановление аналитической функции по ее вещественной или мнимой части. Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Понятие конформного отображения. Линейная функция; дробно – линейная функция; степенная функция; показательная и логарифмическая функции; тригонометрические, гиперболические и обратные тригонометрические функции. Однозначные ветви многозначной функции. Поверхность Римана. Примеры отображений.</p>
3	Тема 3. Интегрирование функции комплексного переменного.	<p>Интеграл от функции комплексного переменного, его свойства. Сведение к вычислению обыкновенного интеграла. Интегральная теорема Коши для простого контура. Интегральная теорема Коши для составного контура. Неопределенный интеграл. Интегральная формула Коши. Интеграл типа Коши. Теорема Морера.</p>

4	Тема 4. Ряды Тейлора и Лорана. Теория вычетов	<p>Разложение аналитической функции в степенной ряд. Теорема Тейлора. Понятие аналитического продолжения. Теорема единственности. Ряд Лорана. Теорема Лорана. Нули функций. Изолированные особые точки. Устранимая особая точка. Полюс. Существенно особая точка. Бесконечно удаленная точка как особая. Вычеты функций. Основная теорема о вычетах. Вычисление вычета относительно полюса. Вычисление вычета в бесконечно удаленной точке. Вычисление интеграла по замкнутому контуру с помощью вычетов. Основная теорема о вычетах. Вычисление интегралов от тригонометрических рациональных функций с помощью теории вычетов. Вычисление несобственных интегралов от рациональных функций с помощью теории вычетов. Лемма Жордана. Вычисление несобственных интегралов вида</p> $\int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cos \mu x dx, \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \sin \mu x dx, \mu > 0.$
---	---	---

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Комплексные числа и действия над ними.	<p>Лекция 1. Основные понятия. Простейшие свойства сходящихся рядов.</p> <p>Лекция 2. Признаки сравнения числовых рядов. Признак Даламбера.</p> <p>Лекция 3. Радикальный признак Коши. Интегральный признак Коши.</p>

		Лекция 4. Знакопеременные и знакопеременные ряды и признаки их сходимости.
2	Тема 2. Функции комплексного переменного. Дифференцирование функции комплексного переменного.	Лекция 5. Основные понятия. Область сходимости. Равномерная сходимости. Лекция 6 Дифференцирование и интегрирование функциональных рядов. Лекция 7 Степенные ряды. Свойства степенных рядов
3	Тема 3. Интегрирование функции комплексного переменного	Лекция 8 Ряды Тейлора и Маклорена. Условия разложимости функций в степенной ряд. Лекция 9 Разложения элементарных функций в степенные ряды. Лекция 10 Методы разложения функций в ряд Тейлора. Приложение рядов
4	Тема 4. Ряды Тейлора и Лорана. Теория вычетов.	Лекция 11 Ортогональные и ортонормированные системы функций Лекция 12 Разложение в ряд Фурье по ортонормированной системе функций. Тригонометрический ряд Фурье. Лекция 13 Теоремы о сходимости рядов Фурье. Лекция 14 Комплексная форма ряда Фурье. Интеграл Фурье. Преобразования Фурье.

#### Рекомендуемая тематика практических занятий

№ п/п	Название раздела	Тема практических работ
1.	Тема 1. Комплексные числа и действия над ними.	15. Алгебраическая форма комплексного числа. Геометрическая интерпретация. 16. Тригонометрическая и показательная форма комплексного числа. Геометрическое место точек. 17. Контрольная работа
2.	Тема 2. Функции комплексного переменного.	4. Основные понятия функции комплексного переменного. Дифференцируемость. Условия Коши-

	Дифференцирование функции комплексного переменного.	<p>Римана. Восстановление аналитической функции по ее действительной (мнимой) части.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Конформное отображение.</li> <li>- Основные функции комплексного переменного и отображения, осуществляемые ими</li> <li>- Защита индивидуальной работы.</li> </ul>
3.	Тема 3. Интегрирование функции комплексного переменного	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Интегрирование функций комплексного переменного</li> <li>- Интегральная формула Коши.</li> <li>- Контрольная работа</li> </ul>
4	Тема 4. Ряды Тейлора и Лорана. Теория вычетов	<p>12.Ряд Тейлора. Ряд Лорана  13.Нули функции. Изолированные особые точки. Вычеты функций.  14.Теорема Коши о вычетах  15.Приложение вычетов к вычислению определенных интегралов.  16.Использование леммы Жордана для вычисления интегралов.  17.Контрольная работа</p>

### **Требования к самостоятельной работе студентов**

1. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.
2. Выполнение домашнего задания, предусматривающего решение задач, выполнение упражнений, выдаваемых на практических занятиях, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8.

## Фонд оценочных средств

### • Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<b>Тема 1.</b> Комплексные числа и действия над ними.	<b>ОПК-1, ОПК-2</b>	Опрос, решение задач, контрольная работа
<b>Тема 2.</b> Функции комплексного переменного. Дифференцирование функции комплексного переменного.	<b>ОПК-1, ОПК-2</b>	Опрос, решение задач, Защита индивидуальных заданий
<b>Тема 3.</b> Интегрирование функции комплексного переменного	<b>ОПК-1, ОПК-2</b>	Опрос, решение задач, контрольная работа
<b>Тема 4.</b> Ряды Тейлора и Лорана. Теория вычетов	<b>ОПК-1, ОПК-2</b>	Опрос, решение задач, контрольная работа

### • Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

**Примеры контрольных работ:**

**Контрольная работа по теме 1: Комплексные числа и действия над ними.**

- Вычислить в алгебраической форме

$$\frac{(5+2i)(4-3i)}{(1+3i)^2}$$

- Вычислить в тригонометрической форме (ответ дать в алгебраической форме)

$$\frac{(2-i2\sqrt{3})^{18}}{(1-i)^{20}}$$

- Найти все значения корня из комплексного числа

$$\sqrt[3]{\frac{1+i\sqrt{3}}{-1-i}}$$

- Описать геометрически множество точек, изображающих комплексные числа  $z$ , если  $|z-1-2i| \geq 3$
- Найти корни уравнения  $z^4 - 4z^3 + 6z^2 - 4z - 15 = 0$ , расположенные в четвертой четверти.

### Индивидуальная работа по теме 2: Понятие функции комплексного переменного. Дифференцирование функции комплексного переменного.

1. Восстановить аналитическую в окрестности точки  $z_0$  функцию  $f(z)$  по известной действительной части

$$U = \frac{x}{x^2 + y^2} \quad f(\pi) = \frac{1}{\pi}$$

2. Найдите коэффициент растяжения и угол поворота при отображении  $W=f(z)$  в точке  $z_0$

$$W = \frac{z-1}{z+i} \quad z_0 = -2i$$

3. Найти образы множеств при отображении

$$W = \frac{1}{z} \quad -1 \leq x \leq 1, \quad y \geq 0$$

4. Решить уравнение  $4 \cos z + 5 = 0$

5. Вычислить  $\operatorname{Ln}(-1-i), \left(\frac{1+i}{\sqrt{2}}\right)^{2i}$

**Контрольная работа по теме 3: Интегрирование функции комплексного переменного.**

1.  $\int_0^{1+i} \sin z \cos z dz$

2.  $\int_{|z|=1} \frac{dz}{\sqrt{z}}$ ,  $\sqrt{-1} = i$

3.  $\int_C |z| \cdot \bar{z} dz$ , где контур  $C: x^2 + y^2 = 1, y \geq 0$

4.  $\int_C \frac{\sin z dz}{z+i}$ ,  $C: |z+i| = 3$

5.  $\int_C \frac{1}{z^3} \cos \frac{\pi}{z+1} dz$

**Контрольная работа по теме 4: Ряды Тейлора и Лорана. Теория вычетов.**

1. Разложить в ряд Лорана

$$f(z) = \frac{2}{z^2 - 1}, 1 < |z + 2| < 3$$

2. Вычислить интеграл по замкнутому контуру

$$\int_{|z|=1} \frac{e^z}{z^2(z^2 - 9)} dz$$

3. Вычислить с помощью вычетов несобственные интегралы от функций действительного переменного

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{dx}{(x^2 + 1)^3}$$

4. Вычислить с помощью вычетов

$$\int_0^{\infty} \frac{x \sin x}{1 + x^2 + x^4} dx$$

5. Вычислить с помощью вычетов

$$\int_0^{2\pi} \frac{d\varphi}{(3 - 2 \sin \varphi)}$$

• **Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**

**Перечень вопросов к экзамену:**

- Понятие комплексного числа. Действия над комплексными числами и их геометрическое истолкование.
- Тригонометрическая и показательная формы комплексного числа. Возведение комплексного числа в степень и извлечение корня из комплексного числа.
- Свойства модулей. Последовательности комплексных чисел.
- Сфера Римана. Расширенная комплексная плоскость.
- Функция комплексного переменного. Основные понятия. Предел и непрерывность функции комплексного переменного. Свойства непрерывных функций.
- Дифференцируемость функции комплексного переменного. Аналитическая функция. Необходимые и достаточные условия дифференцируемости функции комплексного переменного.
- Производная функции комплексного переменного. Геометрический смысл модуля и аргумента производной.
- Гармонические функции. Восстановление аналитической функции по ее действительной (мнимой) части.
- Конформное отображение.
- Линейная функция. Конформное отображение, осуществляемое линейной функцией.
- Функция  $w=1/z$ . Конформное отображение, осуществляемое функцией  $1/z$ .
- Дробно-линейная функция. Конформное отображение, осуществляемое дробно-линейной функцией.
- Степенная функция. Конформное отображение, осуществляемое степенной функцией.
- Показательная функция. Конформное отображение, осуществляемое показательной функцией.
- Логарифмическая функция. Конформные отображения, осуществляемые логарифмической функцией.
- Тригонометрические и гиперболические функции. Связь между ними.
- Обратные тригонометрические функции.
- Однозначные ветви многозначной функции. Поверхность Римана. Примеры отображений.
- Интеграл от функции комплексного переменного, его свойства. Сведение к вычислению обыкновенного интеграла.
- Интегральная теорема Коши для простого контура.
- Интегральная теорема Коши для составного контура.
- Неопределенный интеграл. Интегральная формула Коши.
- Интеграл типа Коши. Теорема Морера.
- Числовые ряды. Функциональные ряды. Равномерная сходимость.
- Разложение аналитической функции в степенной ряд. Теорема Тейлора.
- Понятие аналитического продолжения. Теорема единственности.
- Ряд Лорана. Теорема Лорана.
- Нули функций. Изолированные особые точки. Устранимые особые точки.
- Полюсы. Существенно особые точки.
- Бесконечно удаленная точка как особая.
- Вычеты функций. Основная теорема о вычетах.
- Вычисление вычета относительно полюса.
- Вычисление вычета в бесконечно удаленной точке.
- Вычисление интеграла по замкнутому контуру с помощью вычетов. Основная теорема о вычетах.
- Вычисление интегралов от тригонометрических рациональных функций с помощью теории вычетов.

- Вычисление несобственных интегралов от рациональных функций с помощью теории вычетов.
- Лемма Жордана.
- Вычисление несобственных интегралов вида

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cos \mu x dx, \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \sin \mu x dx, \mu > 0.$$

#### 8.4 Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

#### 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

##### Основная литература.

1. Половинкин, Е. С. Теория функций комплексного переменного : учебник / Е.С. Половинкин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 253 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1845987. - ISBN 978-5-16-017359-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1913992>
2. Ахтамова, С. С. Теория функций комплексного переменного : учебно-

методическое пособие / С. С. Ахтамова, Е.К. Лейнартас, А. П. Ляпин. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. - 100 с. - ISBN 978-5-7638-4330-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1816573>

### ***Дополнительная литература.***

1. Шабунин, М. И. Теория функций комплексного переменного: учеб. для вузов/ М. И. Шабунин, Ю. В. Сидоров. - Москва: Бином. Лаб. знаний, 2013. - 246, [1] с. Имеются экземпляры в отделах: всего 50: УБ(49), ч.з.НЗ(1)
2. Свешников, А. Г. Теория функций комплексной переменной: учебник / А.Г. Свешников, А.Н. Тихонов, - 6-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 336 с.: ISBN 978-5-9221-0133-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/544573>
3. Коган, Е. А. Теория функций комплексной переменной и операционное исчисление : учебное пособие / Е. А. Коган, Г. С. Жукова. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 180 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-015816-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/105888>

### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН

### **4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

14. система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – <https://lms.kantiana.ru/>, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
15. серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
16. платформа для проведения онлайн вебинаров <https://webinar.ru/>;

17. установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

## **5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**1. Наименование дисциплины:** «Численные методы и математическое моделирование».

**Цель** дисциплины: целью освоения дисциплины «Численные методы и математическое моделирование» является фундаментальная и практическая подготовка обучающихся в области численных методов и математического моделирования.

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен использовать знания в области физики, математики и инженерии для решения задач профессиональной деятельности.	<p>ОПК-1.1. Демонстрирует знания законов физики и математического аппарата.</p> <p>ОПК-1.2. Решает физические и инженерные задачи, используя математический аппарат.</p> <p>ОПК-1.3. Решает задачи профессиональной деятельности через решение фундаментальных физических и инженерных задач.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>18. принципы работы численных методов решения уравнений и систем уравнений</p> <p>19. принципы работы численных методов вычисления интегралов</p> <p>20. принципы работы численных методов вычисления производных</p> <p>21. принципы работы численных методов экстраполяции и интерполяции</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>22. выбирать численную схему, в наибольшей степени подходящую для решения конкретной задачи</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>23. навыками практической реализации соответствующих численных схем</p>

<p>ОПК-3. Способен решать задачи и представлять результаты своей профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий, прикладных компьютерных программ и работать с информацией в глобальных информационных сетях.</p>	<p>ОПК-3.1. Проводит конструкторские и инженерные расчеты, моделирование физических процессов, испытательные работы с использованием современного программного обеспечения.</p> <p>ОПК-3.2. Представляет результаты решения задач профессиональной деятельности с использованием передовых цифровых и программных решений.</p>	<p><b>Знать:</b> Теоретические основы и принципы математического моделирования</p> <p><b>Уметь:</b> Проводить конструкторские и инженерные расчеты, моделирование физических процессов с учетом знаний численных методов</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения численных методов и математического моделирования для решения задач профессиональной деятельности</p>
---	--	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Численные методы и математическое моделирование» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы обучающегося и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в

контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Введение в понятие численных методов решения задачи.	Общее представление о численных методах. Оценка точности. Оценка вычислительной сложности и требуемого объёма памяти. Особенности разных языков программирования при реализации численных методов. Числа с плавающей запятой.
2	Тема 2. Численное решение уравнений.	Метод деления пополам. Метод простой итерации. Метод Ньютона. Методы решения систем уравнений.
3	Тема 3. Численное решение СЛАУ	Метод Гаусса решения СЛАУ. Оценка сложности. Эффективное представление уравнений в памяти. Особенности реализации в Python и C++. Разреженные системы. Метод прогонки. Жесткие системы уравнений.
4	Тема 4. Интерполяция и экстраполяция. Сплаины	Понятие интерполяции и экстраполяции. Линейная интерполяция. Метод наименьших квадратов. Кубические сплайны
5	Тема 5. Численное интегрирование.	Общее понятие о численном интегрировании. Метод прямоугольников. Метод трапеций. Метод Симпсона. Оценка точности. Принцип Рунге. Применение численных методов к интегралам с бесконечными границами и с особенностями. Интегралы от быстроосциллирующих функций. Кратные интегралы.
6	Тема 6. Численное дифференцирование	Общее понятие о численном дифференцировании. Симметричная и несимметричная формулы. Неустойчивость численного дифференцирования. Точность численного дифференцирования. Выбор шага.
7	Тема 7. Библиотеки NumPy, SciPy, Matplotlib и их применение	NumPy, Работа с массивами в NumPy. Реализация примитивов линейной алгебры и векторного анализа средствами NumPy. SciPy, Спецфункции в SciPy. Готовые реализации численных методов в SciPy. Matplotlib и построение графиков в ней.
8	Тема 8. Численное решение ОДУ	Общее понятие о численном решении ОДУ. Прямой и косвенный метод Эйлера. Сходимость методов. Использование принципа Рунге для выбора шага. Мультишаговые методы. Методы Рунге-Кутты.

9	Тема 9. Введение в численное решение ДУ в ЧП	Общее понятие о численном решении ДУ в ЧП. Метод конечных разностей. Прямые и косвенные методы. Эллиптические, параболические и гиперболические уравнения. Применение метода прогонки. Оценка точности и вычислительная сложность. Параллелизация методов. Прочие методы.
---	--	---

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№	Наименование раздела	Темы лекций
1	Тема 1. Введение в понятие численных методов решения задачи.	Общее представление о численных методах. Оценка точности. Оценка вычислительной сложности и требуемого объёма памяти. Особенности разных языков программирования при реализации численных методов. Числа с плавающей запятой.
2	Тема 2. Численное решение уравнений.	Метод деления пополам. Метод простой итерации. Метод Ньютона. Методы решения систем уравнений.
3	Тема 3. Численное решение СЛАУ	Метод Гаусса решения СЛАУ. Оценка сложности. Эффективное представление уравнений в памяти. Особенности реализации в Python и C++. Разреженные системы. Метод прогонки. Жесткие системы уравнений.
4	Тема 4. Интерполяция и экстраполяция. Сплайны	Понятие интерполяции и экстраполяции. Линейная интерполяция. Метод наименьших квадратов. Кубические сплайны
5	Тема 5. Численное интегрирование.	Общее понятие о численном интегрировании. Метод прямоугольников. Метод трапеций. Метод Симпсона. Оценка точности. Принцип Рунге. Применение численных методов к интегралам с бесконечными границами и с особенностями. Интегралы от быстроосциллирующих функций. Кратные интегралы.
6	Тема 6. Численное дифференцирование	Общее понятие о численном дифференцировании. Симметричная и несимметричная формулы. Неустойчивость численного дифференцирования. Точность численного дифференцирования. Выбор шага.

7	Тема 7. Библиотеки NumPy, SciPy, Matplotlib и их применение	NumPy, Работа с массивами в NumPy. Реализация примитивов линейной алгебры и векторного анализа средствами NumPy. SciPy, Спецфункции в SciPy. Готовые реализации численных методов в SciPy. Matplotlib и построение графиков в ней.
8	Тема 8. Численное решение ОДУ	Общее понятие о численном решении ОДУ. Прямой и косвенный метод Эйлера. Сходимость методов. Использование принципа Рунге для выбора шага. Мультишаговые методы. Методы Рунге-Кутты.
9	Тема 9. Введение в численное решение ДУ в ЧП	Общее понятие о численном решении ДУ в ЧП. Метод конечных разностей. Прямые и косвенные методы. Эллиптические, параболические и гиперболические уравнения. Применение метода прогонки. Оценка точности и вычислительная сложность. Параллелизация методов. Прочие методы.

### Тематика практических работ

№ п/п	№ темы	Наименование работ	Трудоемкость (час.)
1	2	Написание программы для решения уравнения методом деления пополам	2
2	2	Написание программы для решения уравнения методом простой итерации	2
3	2	Написание программы для решения уравнения методом Ньютона	2
4	3	Написание программы для решения СЛАУ методом Гаусса	4
5	4	Написание программы для расчета линейной интерполяции значения по таблице	2
6	4	Написание программы для расчета коэффициентов методов наименьших квадратов по таблице	2
7	5	Написание программы для расчета интеграла методом прямоугольников	2
8	5	Написание программы для расчета интеграла методом Симпсона	2
9	5	Написание программы для расчета трёхмерного интеграла с особенностью	2

10	6	Написание программы для расчета точности численного дифференцирования как функции шага	4
11	7	Написание программы для расчета интеграла и численного решения уравнения с использованием функций библиотеки SciPy	4
12	7	Написание программы демонстрирующей построение графиков при помощи Matplotlib	4
13	8	Написание программы для решения ОДУ прямым методом Эйлера	4
14	8	Написание программы для решения ОДУ методом Рунге-Кутты	4
15	9	Написание программы для решения ДУ с ЧП	6

### Требования к самостоятельной работе обучающихся

- Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.
- Выполнение домашнего задания, предусматривающего решение задач, выполнение упражнений, выдаваемых на практических занятиях, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

- **Методические рекомендации по видам занятий**

#### Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

#### Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

#### Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

#### • Фонд оценочных средств

#### • Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Введение в понятие численных методов решения задачи.	ОПК-1, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
Тема 2. Численное решение уравнений.	ОПК-1, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
Тема 3. Численное решение СЛАУ	ОПК-1, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы

Тема 4. Интерполяция и экстраполяция. Сплаины	ОПК-1, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
Тема 5. Численное интегрирование.	ОПК-1, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
Тема 6. Численное дифференцирование	ОПК-1, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
Тема 7. Библиотеки NumPy, SciPy, Matplotlib и их применение	ОПК-1, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
Тема 8. Численное решение ОДУ	ОПК-1, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы
Тема 9. Введение в численное решение ДУ в ЧП	ОПК-1, ОПК-3	Написание и проверка контрольной программы

- **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности процессе текущего контроля**

Тема 1. Введение в понятие численных методов решения задачи.

Написать программу, демонстрирующую работу с числами с плавающей точкой и обработку ошибок при работе с ними.

Тема 2. Численное решение уравнений.

Написать программу, численно решающую уравнение  $x = \cos(x)$

Тема 3. Численное решение СЛАУ

Написать программу, решающую методом Гаусса систему из 5 линейных уравнений коэффициенты которой считываются из файла. Обработать случай линейно зависимой системы.

Тема 4. Интерполяция и экстраполяция. Сплаины

Написать программу, рассчитывающую методом наименьших квадратов коэффициенты линейной регрессии. Значения точек прочесть из файла.

Тема 5. Численное интегрирование

Написать программу, рассчитывающую интеграл  $\int_1^2 \frac{\sin(x)}{x} dx$

Тема 6. Численное дифференцирование

Написать программу, численно рассчитывающую  $\exp(x)'$  в точке 1

Тема 7. Библиотеки NumPy, SciPy, Matplotlib и их применение

Написать программу, рассчитывающую интеграл  $\int_1^2 \frac{\sin(x)}{x} dx$  используя функцию из SciPy

Тема 8. Численное решение ОДУ

Написать программу численно решающую уравнение  $y' + xy = x^2$ ,  $y(0) = 1$

Тема 9. Введение в численное решение ДУ в ЧП

Написать программу численно решающую  $U_t(x,t) = -cU_x(x,t)$

### 8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

- Типы данных с плавающей запятой и операции с ними. Машинный ноль. Ошибки округления
- Численное решение уравнений. Метод деления пополам. Метод Ньютона
  - Численное решение систем линейных уравнений. Метод Гаусса
  - Численное интегрирование. Метод прямоугольников. Метод трапеций.
  - Метод Симпсона
  - Численное дифференцирование
  - Аппроксимация. Линейная аппроксимация. Сплайны
  - Численное решение ОДУ. Явный и неявный методы Эйлера. Метод Хойна
  - Методы Рунге-Кутта
  - Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных
  - Дискретное преобразование Фурье

Numpy, Scipy, matplotlib

### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и	хорошо		71-85

	учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Неудовлетворительный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## 9. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### Основная литература

- Бахвалов, Н. С. Численные методы : учебник / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. — 9-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 636 с. - (Классический университетский учебник). - ISBN 978-5-00101-836-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087429>
- Колдаев, В. Д. Численные методы и программирование : учебное пособие / В.Д. Колдаев ; под ред. Л.Г. Гагариной. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. — 336 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0779-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1896459>

### Дополнительная литература

10. Python Programming And Numerical Methods: A Guide For Engineers And Scientists [Электронный ресурс] <https://pythonnumericalmethods.berkeley.edu/notebooks/Index.html>
11. python.org [Электронный ресурс] <https://python.org/>
12. The Hitchhiker’s Guide to Python! [Электронный ресурс] <https://docs.python-guide.org/>

## 10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – <https://lms.kantiana.ru/>, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- платформа для проведения онлайн вебинаров <https://webinar.ru/>;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.
- Python 3.7.0+

## **10 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## 1. Программа дисциплины «Искусственный интеллект и машинное обучение»

**Целью** дисциплины «Основы машинного обучения» является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков по основам машинного обучения, овладение студентами инструментарием, моделями и методами машинного обучения, а также приобретение навыков исследователя.

### 13. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p>ОПК-2. Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.</p>	<p>ОПК-2.1. Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из области физико-математических наук и инженерии.</p> <p>ОПК-2.2. Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии.</p> <p>ОПК-2.3. Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ключевые понятия, цели и задачи использования машинного обучения;</li> <li>методологические основы применения алгоритмов машинного обучения;</li> <li>принципы построения векторов признаков, решающих правил и классификации;</li> <li>основные виды классификаторов;</li> <li>принципы построения линейных классификаторов;</li> <li>принципы построения нелинейных классификаторов;</li> <li>особенности выбора признаков классификации и предварительной обработки данных;</li> <li>- способы и результаты применения ИИ в профессиональной сфере деятельности;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- визуализировать результаты работы алгоритмов машинного обучения,</li> <li>выбирать метод машинного обучения, соответствующий исследовательской задаче,</li> <li>интерпретировать полученные результаты;</li> <li>выбирать подходящий вид классификатора в зависимости от решаемой задачи;</li> <li>выбирать набор признаков для классификации и проводить предварительную обработку данных;</li> <li>применять алгоритмы построения и обучения классификатора по выборке;</li> <li>ориентироваться в современных сферах применения ИИ и оперативно отслеживать появления новых сфер.</li> </ul> <p><b>Владеть</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками чтения и анализа академической литературы по применению методов машинного обучения, построения и оценки качества моделей;</li> <li>- навыками выбора,</li> </ul>

		<p>построения, обучения и использования основных классификаторов при решении задач;</p> <p>применения ИИ для решения задач, возникающих в профессиональной сфере деятельности</p>
<p>ОПК-3. Способен решать задачи и представлять результаты своей профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий, прикладных компьютерных программ и работать с информацией в глобальных информационных сетях.</p>	<p>ОПК-3.1. Проводит конструкторские и инженерные расчеты, моделирование физических процессов, испытательные работы с использованием современного программного обеспечения.</p> <p>ОПК-3.2. Представляет результаты решения задач профессиональной деятельности с использованием передовых цифровых и программных решений.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ключевые понятия, цели и задачи использования машинного обучения;</li> <li>методологические основы применения алгоритмов машинного обучения; принципы построения векторов признаков, решающих правил и классификации; основные виды классификаторов; принципы построения линейных классификаторов; принципы построения нелинейных классификаторов; особенности выбора признаков классификации и предварительной обработки данных;</li> <li>- способы и результаты применения ИИ в профессиональной сфере деятельности;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- визуализировать результаты работы алгоритмов машинного обучения, выбирать метод машинного обучения, соответствующий исследовательской задаче, интерпретировать полученные результаты; выбирать подходящий вид классификатора в зависимости от решаемой задачи; выбирать набор признаков для классификации и проводить предварительную обработку данных; применять алгоритмы построения и обучения классификатора по выборке; ориентироваться в современных сферах применения ИИ и оперативно отслеживать появления новых сфер.</li> </ul> <p><b>Владеть</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками чтения и анализа академической литературы по применению методов машинного обучения, построения и оценки качества моделей;</li> <li>- навыками выбора, построения, обучения и использования основных классификаторов при решении задач;</li> <li>применения ИИ для решения задач, возникающих в профессиональной сфере деятельности</li> </ul>

#### 14. Место дисциплины в структуре образовательной программы

«Машинное обучение» представляет собой дисциплину базовой части направления подготовки бакалавриата.

## 15. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы обучающегося и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

## 16. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Типы задач. Метрические классификаторы.	Предмет и задачи машинного обучения и анализа данных. Основные принципы, задачи и подходы, использование в различных областях науки и
	Алгоритмы кластеризации	индустрии. Основные этапы эволюции алгоритмов машинного обучения. Общий вид метрического классификатора. Алгоритм К ближайших соседей. Алгоритмы отбора эталонов. Алгоритмы кластеризации с фиксированным количеством кластеров. Алгоритмы кластеризации по плотности. Иерархическая кластеризация.
2	Деревья решений, линейные классификаторы. Нейронные сети	Правила и анализ качества (точность, полнота). Анализ с помощью ROC кривой. Алгоритм построения деревьев решений. Критерий информационного выигрыша и критерий Джини. Леса решающих деревьев. Перцептрон и разделяющая гиперплоскость. Переход в пространство повышенной размерности. Метод опорных векторов Логистическая регрессия. Градиентный спуск. Нейронные сети и алгоритм обратного

		распространения градиента. Глубокое обучение, свертки и пулинг
3	Понятие об искусственном интеллекте	Содержание понятия «Искусственный интеллект». Эволюция понятия ИИ. Основные свойства ИИ. Его этапы развития. Проблемы классификации ИИ. Примеры различных классификаций систем ИИ. Нейробионическое направление. Информационное направление. Искусственный интеллект в России.
4	Хронологические этапы и исследовательские подходы в изучении ИИ	Хронологические этапы и исследовательские подходы в изучении ИИ. Исследовательские подходы к изучению ИИ. Стандартизация в области ИИ.
5	Влияние ИИ на развитие человеческой цивилизации	Хокинг о развитии ИИ. Мнение российских ученых о ИИ. Влияние технологий ИИ на экономику и бизнес. Влияние ИИ на рынок труда

## 17. Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме

контактной работы Рекомендуемая тематика учебных

занятий лекционного типа

(предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№	Наименование раздела	Тема лекции
1	Типы задач. Метрические классификаторы. Алгоритмы кластеризации	Лекция 1. Предмет и задачи машинного обучения и анализа данных. Основные принципы, задачи и подходы, использование в различных областях науки и индустрии. Основные этапы эволюции алгоритмов машинного обучения. Лекция 2. Общий вид метрического классификатора. Алгоритм К ближайших соседей. Алгоритмы отбора эталонов. Лекция 3. Алгоритмы кластеризации с фиксированным количеством кластеров. Алгоритмы кластеризации по плотности. Иерархическая кластеризация.
2	Деревья решений, линейные классификаторы. Нейронные сети	Лекция 4. Правила и анализ качества (точность, полнота). Анализ с помощью ROC кривой. Лекция 5. Алгоритм построения деревьев решений. Критерий информационного выигрыша и критерий Джини. Леса решающих деревьев. Лекция 6. Перцептрон и разделяющая гиперплоскость. Переход в пространство повышенной размерности. Метод опорных векторов. Лекция 7. Логистическая регрессия. Градиентный спуск. Нейронные сети и алгоритм обратного распространения градиента. Лекция 8. Глубокое обучение, свертки и пулинг

3	Понятие об искусственном интеллекте	Содержание понятия «Искусственный интеллект». Эволюция понятия ИИ. Основные свойства ИИ. Его этапы развития. Проблемы классификации ИИ. Примеры различных классификаций систем ИИ. Нейробионическое направление. Информационное направление. Искусственный интеллект в России.
4	Хронологические этапы и исследовательские подходы в изучении ИИ	Хронологические этапы и исследовательские подходы в изучении ИИ. Исследовательские подходы к изучению ИИ. Стандартизация в области ИИ.
5	Влияние ИИ на развитие человеческой цивилизации	Хокинг о развитии ИИ. Мнение российских ученых о ИИ. Влияние технологий ИИ на экономику и бизнес. Влияние ИИ на рынок труда

**Рекомендуемая тематика *практических* занятий:**

№ п/п	Наименование Темы	Содержание темы
1	Основные понятия и определения. Примеры прикладных задач	Признаки, вектора признаков. Объекты, классы. Классификация. Классификатор. Обучение, виды обучения "с учителем" и "без учителя". Разбор примеров прикладных задач.
2	Линейные классификаторы	Разбор примеров и решение задач по темам: линейная модель классификации, метод стохастического градиента, алгоритм Персептрона.
3	Метод опорных векторов	Основы метода опорных векторов. Случай линейно разделимой выборки. Случай линейно неразделимой выборки. Ядра и спрямляющие пространства. Разбор примеров и решение задач.
4	Методы восстановления регрессии	Метод наименьших квадратов. Непараметрическая регрессия: ядерное сглаживание. Линейная регрессия. Метод главных компонент. Разбор примеров и решение задач по этим темам.
5	Искусственные нейронные сети	Проблема полноты. Задача исключаящего "или". Вычислительные возможности двух- и трехслойных сетей. Метод обратного распространения ошибки. Изучение на лабораторном занятии алгоритма постройки нейронных сетей.
6	Выбор признаков и подготовка данных	Влияние выбора набора признаков на результаты классификации. Предварительная обработка данных. Недостающие значения. Выбор признаков на основе проверки гипотез. Выбор подмножества признаков.
7	Контекстно-зависимая классификация	Марковские цепи. Алгоритм Витерби. Скрытые марковские модели. Применение в задачах распознавания голоса. Решение задач по теории марковских моделей в машинном обучении.

На практических занятиях решаются задачи по теме занятия.

**Требования к самостоятельной работе обучающихся**

3. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.

4. Выполнение домашнего задания, предусматривающего решение задач, выполнение упражнений, выдаваемых на практических занятиях, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **18. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических

данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 19. Фонд оценочных средств

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Типы задач. Метрические классификаторы. Алгоритмы кластеризации	ОПК-2, ОПК-3	Тестирование
Деревья решений, линейные классификаторы. Нейронные сети	ОПК-2, ОПК-3	Тестирование

### 19.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности процессе текущего контроля

4. Какие из этих задач типичны для машинного обучения с учителем?

1. Группировка сообщений от пользователей;
2. Оценка тона комментария: положительный или отрицательный;
3. Группировка изображений по визуальным признакам на неразмеченных данных;
4. Оценка вероятности, кликнет ли человек на рекламный баннер.

4.  1 и 2
5.  2 и 4
6.  1 и 3

5. Выберите все задачи, которые характерны для обучения без учителя.

1. Прогноз стоимости недвижимости;
2. Предсказание пола автора комментария;
3. Рекомендация друзей, контента и пабликов в социальных сетях;
4. Сегментация пользователей интернет-магазина по неявным интересам.

5.  1 и 3
6.  1 и 2
7.  3 и 4

8.  1 и 4

6. Вы хотите предсказать суммы, которые клиенты потратят на оплату трафика в разные месяцы, исходя из истории их предыдущего потребления. Это задача:

4.  Регрессии

5.  Классификации

6.  Классификации и регрессии

15. В базе данных есть следующие записи: длительность звонков, общее число звонков, общее число переданных сообщений, количество потраченных гигабайтов трафика. Вы хотите предсказывать объем трафика, который потратят клиенты. Что будет объектом модели в этой задаче?

5.  Длительность звонков

6.  Общее число звонков

7.  Клиент

8.  Количество трафика

16. Вы хотите выявлять клиентов, которые, вероятно, перестанут пользоваться услугами компании в ближайшую неделю. Это задача:

4.  Классификации

5.  Регрессии

6.  Кластеризации

17. Что будет объектом в задаче поиска уходящих от компании клиентов?

5.  Уход клиента

6.  Количество дней, через которые клиент уйдет

7.  Клиент

8.  Услуга, от которой отказывается клиент

18. Что будет целевой переменной (y) в задаче поиска уходящих от компании клиентов?

5.  Уход клиента

6.  Количество дней, через которые клиент уйдет

7.  Клиент

8.  Услуга, от которой отказывается клиент

19. Какие метрики можно использовать, чтобы оценить, насколько качественно модель решает задачу поиска уходящих клиентов?

4.  Долю правильных ответов, полноту, точность

5.  RMSE, MAE, MAPE

6.  Долю правильных ответов, MAPE, MSE

20. Какой алгоритм не подходит для решения задачи, объекты в которой нужно разделить на классы?

5.  Случайный лес

6.  Дерево принятия решений

7.  Линейная регрессия

8.  Логистическая регрессия

21. Оцените метрики и решите, какую модель стоит выбрать для пилотного внедрения.

	Точность	Полнота	Доля правильных ответов
Логистическая регрессия	0.7	0.78	0.79
Решающее дерево	0.72	0.77	0.78
Случайный лес	0.82	0.79	0.88

- 4.  Логистическая регрессия
- 5.  Решающее дерево
- 6.  Случайный лес

22. Компания запускает пилотный проект, чтобы проверить, помогают ли прогнозы модели лучше находить клиентов, которых можно удержать. Какой способ проверки подойдет:

- 3.  Предлагать скидку 15% на услуги, как в компании всегда делали в этих случаях
- 4.  Предлагать улучшенный пакет услуг — так делает конкурент, да и вообще, давно хотели такое попробовать

23. Компания отобрала клиентов, которых модель посчитала уходящими, в тестовую группу, а тех, кого уходящими посчитали маркетологи, — в контрольную. Тестовая группа получила предложение о скидке 15% в четверг вечером, а контрольная — в субботу. Будете ли вы доверять результатам такого эксперимента?

- 3.  Да, ведь скидка одинакова
- 4.  Нет, ведь они получили предложения в разное время

24. Как можно бороться с переобучением модели?

- 5.  1 и 2
- 6.  3 и 4
- 7.  1 и 4
- 8.  2 и 4

25. Ваши клиенты активно пишут в онлайн-чаты техподдержки по любому поводу. Вы хотите в первую очередь работать с негативом, а значит, вам нужно научиться по тону сообщения отделять жалобы от стандартных вопросов, чтобы жалобы автоматически получали приоритет. Вы решаете делить сообщения на два класса. Дата-сайентист спрашивает, какая метрика будет ключевой?

Какую метрику вы выберете с учетом того, что вам важно научиться точно находить жалобы?

	y = 1 жалоба	y = 0 обычный вопрос
y прогнозное = 1	TP	FP
y прогнозное = 0	FN	TN

4.  Доля правильных ответов  $(TP+TN)/(TP+TN+FN+FP)$
5.  Точность  $TP/(TP+FP)$
6.  Полнота  $TP/(TP+FN)$
26. Если вы хотите, чтобы каждый объект попал в обучающую выборку и алгоритм стал учитывать его особенности, надо выбрать:
3.  Метод многих отложенных выборок
4.  Метод кросс-валидации (k-блоки)
27. К персональным данным относится:
4.  Только та информация, которая непосредственно указывает физическое лицо
5.  Любая информация, которая прямо либо косвенно может быть соотнесена с физическим лицом
6.  Любая информация, которая прямо либо косвенно может быть соотнесена с физическим или юридическим лицом
28. Какая информация о пациентах, находящаяся в распоряжении медицинской организации, относится к персональным данным?
5. Диагнозы конкретных пациентов
6. Количество пациентов медицинской организации
7. Данные из электронной медицинской карты без Ф.И.О.: дата рождения, адрес регистрации и пр.
8. Динамика роста случаев конкретного заболевания.
5.  2 и 4
6.  1 и 4
7.  1 и 2
8.  1 и 3

### 19.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по

#### дисциплине Вопросы для промежуточного контроля (зачета)

1. Препроцессинг. Масштабирование. Нормировка. Полиномиальные признаки. One-hot encoding.
2. Кластеризация. kMeans, MeanShift, DBSCAN, Affinity Propagation.
3. Смещение и дисперсия (bias and variance). Понятие средней гипотезы.
4. Ансамблевые методы. Soft and Hard Voting. Bagging. Случайные леса. AdaBoost.
5. Типы обучения: с учителем, без учителя, с подкреплением, с частичным участием учителя, активное обучение.
6. Бустинг деревьев решений.
7. Ошибка внутри и вне выборки. Ошибка обобщения. Неравенство Хёфдинга. Валидация и кросс-валидация.
8. Линейная регрессия. Полиномиальная регрессия. Гребневая регрессия.

9. Размерность Вапника-Червоненкиса. Размерность Вапника-Червоненкиса для перцептрона.
10. Логистическая регрессия. Градиентный спуск.
11. Пороговые условия. Эффективность по Парето. Precision-Recall и ROC кривые. AUC.
12. Ансамблевые методы регрессии. RANSAC. Theil-Sen. Huber.
13. Перцептрон. Перцептрон с карманом.
14. Метод опорных векторов. Постановка задачи. Формулировка и решение двойственной задачи. Типы опорных векторов. Ядра.
15. Гипотезы и дихотомии. Функция роста. Точка поломки. Доказательство полиномиальности функции роста в присутствии точки поломки.
16. Деревья решений. Информационный выигрыш, критерий Джини. Регуляризация деревьев. Небрежные решающие деревья.
17. Байесовский классификатор. Типы оценки распределений признаков (Gaussian, Bernoulli, Multinomial). EM алгоритм.
18. Нейронные сети. Перцептрон Розенблатта. Функции активации. Обратное распространение градиента. Softmax.
19. Стохастическая оптимизация. Hill Climb. Отжиг. Генетический алгоритм.
20. Метрические классификаторы. kNN. WkNN. Отбор эталонов. DROP5. Kdtree.

#### 19.4.

#### Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий</i>	отлично	зачтено	86-100

Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

**20. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

**Основная литература**

3. Лимановская, О. В. Основы машинного обучения : учебное пособие / О. В. Лимановская, Т. И. Алферьева. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА : Изд-во Урал. ун-та, 2022. - 88 с. - ISBN 978-5-9765-5006-3 (ФЛИНТА) ; ISBN 978-5-7996-3015-7 (Изд-во Урал. ун-та). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1891377> (дата обращения: 14.03.2023). – Режим доступа: по подписке.
4. Коэльо, Луис Педро Построение систем машинного обучения на языке Python / Луис Педро Коэльо, Вилли Ричарт ; пер. с англ. А. А. Слинкина. - 2-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2016. - 302 с. - ISBN 978-5-97060-330-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1027824> (дата обращения: 14.03.2023). – Режим доступа: по подписке.

**Дополнительная литература**

2. Рашка, С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения / С. Рашка ; пер. с англ. А.В. Логунова. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 418 с. - ISBN 978-5-97060-409-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1027758> (дата обращения: 14.03.2023). – Режим доступа: по подписке.

**21. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

## **22. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms3.kantiana.ru](http://www.lms3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах обучающихся ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.
- GNU C++;
- Oracle Java;
- Python;
- Deductor.

## **23. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## 1. Наименование дисциплины: «Методы математической физики».

### Цель дисциплины

Дать студентам знания и навыки, необходимые для применения математических методов к решению физических задач, а также развить у них способность к самостоятельному анализу и моделированию физических явлений.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ОПК-2</i> <i>Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.</i>	<i>ОПК-2.1</i> <i>Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления проблематики из области физико-математических наук и инженерии.</i> <i>ОПК-2.2</i> <i>Проектирует решение задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии.</i> <i>ОПК-2.3</i> <i>Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.</i>	<b>Знать:</b> основные понятия и методы математической физики; дифференциальные уравнения в частных производных; интегральные преобразования; <b>Уметь:</b> применять методы математической физики к решению физических задач; <b>Владеть:</b> навыками решения дифференциальных уравнений в частных производных;
<i>ОПК-3</i> <i>Способен решать задачи и представлять результаты своей профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий, прикладных компьютерных программ и работать с</i>	<i>ОПК-3.1</i> <i>Проводит конструкторские и инженерные расчеты, моделирование физических процессов, испытательные работы с использованием современного программного обеспечения.</i> <i>ОПК-3.2</i> <i>Представляет результаты решения задач профессиональной деятельности с использованием передовых</i>	<b>Знать:</b> специальные функции; методы решения краевых задач; асимптотические методы. <b>Уметь:</b> анализировать физические процессы с помощью математических методов; моделировать физические явления с использованием математических моделей. <b>Владеть:</b> методами интегральных преобразований; специальными функциями; способами решения краевых задач.

<i>информацией в глобальных информационных сетях.</i>	<i>цифровых и программных решений.</i>	
---	--	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы математической физики» представляет собой дисциплину Б1.О.08.10.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Тема 1: Введение в методы математической физики</i>	<i>В этой теме рассматриваются основные понятия и принципы методов математической физики. Студенты знакомятся с основными задачами, которые решаются методами математической физики, и с тем, как эти методы применяются в различных областях физики.</i>

2	Тема 2: Дифференциальные уравнения в частных производных	Эта тема посвящена изучению дифференциальных уравнений в частных производных, которые являются основным инструментом для описания физических процессов. Студенты изучают различные типы уравнений, такие как волновые уравнения, уравнения теплопроводности и уравнения Лапласа. Они также изучают методы решения этих уравнений.
3	Тема 3: Интегральные преобразования	Интегральные преобразования являются мощным инструментом для анализа и решения дифференциальных уравнений. В этой теме студенты изучают основные интегральные преобразования, такие как преобразование Фурье, преобразование Лапласа и преобразование Меллина. Они также применяют эти преобразования к решению задач из различных областей физики.
4	Тема 4: Специальные функции	Специальные функции играют важную роль в методах математической физики. В этой теме студенты знакомятся со специальными функциями, такими как гамма-функция, бета-функция и функция Бесселя. Они изучают свойства этих функций и их применение в решении задач.
5	Тема 5: Методы решения краевых задач	Краевые задачи представляют собой важный класс задач, которые требуют особого подхода при решении. В этой теме студенты изучают методы решения краевых задач, таких как метод разделения переменных, метод Фурье и метод конечных элементов. Они применяют эти методы к решению конкретных задач из физики.
6	Тема 6: Асимптотические методы	Асимптотические методы позволяют анализировать поведение решений дифференциальных уравнений при больших или малых значениях параметров. В этой теме студенты изучают асимптотические разложения, методы ВКБ (Вентцеля-Крамерса-Бриллюэна) и методы малого параметра. Они применяют эти методы для решения задач из механики, оптики и других областей физики.

**6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

*Тема 1: Введение в методы математической физики*

*Тема 2: Дифференциальные уравнения в частных производных*

*Тема 3: Интегральные преобразования*

*Тема 4: Специальные функции*

*Тема 5: Методы решения краевых задач*

*Тема 6: Асимптотические методы*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*Тема 1: Введение в методы математической физики*

*Тема 2: Дифференциальные уравнения в частных производных*

*Тема 3: Интегральные преобразования*

*Тема 4: Специальные функции*

*Тема 5: Методы решения краевых задач*

*Тема 6: Асимптотические методы*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

*Тема 1: Введение в методы математической физики*

*Тема 2: Дифференциальные уравнения в частных производных*

*Тема 3: Интегральные преобразования*

*Тема 4: Специальные функции*

*Тема 5: Методы решения краевых задач*

*Тема 6: Асимптотические методы*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

*Тема 1: Введение в методы математической физики*

*Тема 2: Дифференциальные уравнения в частных производных*

*Тема 3: Интегральные преобразования*

*Тема 4: Специальные функции*

*Тема 5: Методы решения краевых задач*

*Тема 6: Асимптотические методы*

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику

занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

### **Лекционные занятия.**

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

### **Практические и семинарские занятия.**

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

### **Самостоятельная работа.**

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## **8. Фонд оценочных средств**

### **8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины**

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации

обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1: Введение в методы математической физики</i>	<i>ОПК-2; ОПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Тема 2: Дифференциальные уравнения в частных производных</i>	<i>ОПК-2; ОПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Тема 3: Интегральные преобразования</i>	<i>ОПК-2; ОПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Тема 4: Специальные функции</i>	<i>ОПК-2; ОПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Тема 5: Методы решения краевых задач</i>	<i>ОПК-2; ОПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Тема 6: Асимптотические методы</i>	<i>ОПК-2; ОПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

### Контрольная работа №1: Введение в методы математической физики

*Вопросы:*

1. Что такое математическая физика и какие задачи она решает?
2. Какие основные понятия и принципы используются в методах математической физики?
3. Приведите примеры задач, которые решаются методами математической физики.
4. Как методы математической физики применяются в различных областях физики?
5. Какие ограничения и допущения существуют при использовании методов математической физики для решения физических задач?

### Контрольная работа №2: Дифференциальные уравнения в частных производных

*Задачи:*

1. Решить уравнение теплопроводности с однородным уравнением и однородными граничными условиями.
2. Решить волновое уравнение с однородным уравнением и однородными начальными условиями.
3. Решить задачу на собственные значения для уравнения Лапласа в круге.

### Контрольная работа №3: Интегральные преобразования

*Задания:*

1. Выполнить преобразование Фурье функции  $f(x)$ .
2. Выполнить обратное преобразование Фурье функции  $F(k)$ .
3. Выполнить преобразование Лапласа функции  $f(t)$ .
4. Выполнить обратное преобразование Лапласа функции  $F(s)$ .

#### **Контрольная работа №4: Специальные функции**

*Примеры задач:*

1. Найти значение гамма-функции  $\Gamma(n)$  для целого  $n$ .
2. Вычислить бета-функцию  $B(a, b)$  для заданных значений  $a$  и  $b$ .
3. Найти решение уравнения Бесселя  $J_\nu(x) = 0$ .

#### **Контрольная работа №5: Методы решения краевых задач**

*Пример*

*задания:*

Решить краевую задачу для уравнения теплопроводности методом разделения переменных.

#### **Контрольная работа №6: Асимптотические методы**

*Задание:*

Найти асимптотическое разложение решения дифференциального уравнения при больших значениях параметра.

Эти контрольные работы могут быть адаптированы под конкретные требования и уровень сложности, а также дополнены другими заданиями или вопросами в зависимости от целей и задач обучения.

### **8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**

#### **Тема 1: Введение в методы математической физики**

1. Что такое математическая физика и какие задачи она решает?
2. Какие основные понятия и принципы используются в методах математической физики?
3. Приведите примеры задач, которые решаются методами математической физики.
4. Как методы математической физики применяются в различных областях физики?
5. Какие ограничения и допущения существуют при использовании методов математической физики для решения физических задач?

#### **Тема 2: Дифференциальные уравнения в частных производных**

6. Что такое дифференциальное уравнение в частных производных? Приведите пример.
7. Какие типы уравнений в частных производных вы знаете? Приведите примеры.
8. Что такое однородное и неоднородное уравнение? Приведите примеры.
9. Что такое линейное и нелинейное уравнение? Приведите примеры.
10. Что такое уравнение с постоянными коэффициентами? Приведите пример.
11. Как решать уравнение теплопроводности с однородным уравнением и однородными граничными условиями?

12. Как решать волновое уравнение с однородным уравнением и однородными начальными условиями?
13. Как решать задачу на собственные значения для уравнения Лапласа в круге?

### Тема 3: Интегральные преобразования

14. Что такое интегральное преобразование? Приведите пример.
15. Что такое преобразование Фурье? Приведите пример.
16. Что такое обратное преобразование Фурье? Приведите пример.
17. Что такое преобразование Лапласа? Приведите пример.
18. Что такое обратное преобразование Лапласа? Приведите пример.

### Тема 4: Специальные функции

19. Что такое специальная функция? Приведите пример.
20. Что такое гамма-функция? Приведите пример её вычисления.
21. Что такое бета-функция? Приведите пример её вычисления.
22. Что такое функция Бесселя? Приведите пример решения уравнения Бесселя.

### Тема 5: Методы решения краевых задач

23. Что такое краевая задача? Приведите пример.
24. Какие методы решения краевых задач вы знаете? Приведите примеры.
25. Как решить краевую задачу для уравнения теплопроводности методом разделения переменных?

## 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно	хорошо		71-85

	деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

### **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

#### **Основная литература**

1. Горюнов, А. Ф. Методы математической физики в примерах и задачах: Учебное пособие: В 2 томах Том 1 / Горюнов А.Ф. - Москва :ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 872 с. ISBN 978-5-9221-1641-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/768673>

#### **Дополнительная литература**

2. Барашков, В. А. Методы математической физики : учеб. пособие / В. А. Барашков. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 152 с. - ISBN 978-5-7638-2497-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/492290>

### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## 18. Наименование дисциплины: «Теория рядов».

**Цель** изучения дисциплины «Теория рядов» заключается в освоении общих принципов оценки сходимости (расходимости) числовых и функциональных рядов, использования методов приближенных вычислений, Фурье анализа.

**Задачами** дисциплины являются изучение методов и приемов анализа сходимости числовых и функциональных рядов, методов разложения функций в ряд Тейлора и Фурье и анализ их сходимости, изучения приемов нахождения преобразования Фурье для различных функций.

## 19. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен использовать знания в области физики, математики и инженерии для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Демонстрирует знания законов физики и математического аппарата. ОПК-1.2. Решает физические и инженерные задачи, используя математический аппарат. ОПК-1.3. Решает задачи профессиональной деятельности через решение фундаментальных физических и инженерных задач.	<b>Знать:</b> основные понятия теории рядов и основные типы задач, возникающие в теории рядов. <b>Уметь:</b> понять поставленную задачу и использовать аппарат теории рядов в процессе ее решения; на основе анализа увидеть и корректно сформулировать результат; использовать полученные знания в профессиональной деятельности. <b>Владеть:</b> практическими навыками решения задач сходимости (расходимости) числовых и функциональных рядов, разложения функций в ряды Тейлора, Фурье. Уметь применять преобразование Фурье. Проводить приближенные вычисления.

## 20. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория рядов» представляет собой дисциплину *обязательной* части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

## 21. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

## 22. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Числовые ряды и их приложения.	Основные понятия. Простейшие свойства сходящихся рядов. Необходимый признак сходимости числового ряда. Критерий Коши. Признаки сравнения. Признаки сходимости рядов с положительными членами (признак Даламбера, радикальный признак Коши). Интегральный признак Коши. Признаки Раабе, Бертрана, Гаусса. Знакопередающиеся ряды. Признак

		Лейбница. Знакопеременные ряды. Признаки Дирихле и Абеля
2	Тема 2 Функциональные ряды.	Основные понятия. Область сходимости. Равномерная сходимость. Свойства равномерно сходящихся рядов. Дифференцирование и интегрирование функциональных рядов. Степенные ряды. Теорема Абеля. Радиус сходимости. Свойства степенных рядов
3	Тема 3. Приложения степенных рядов	Ряды Тейлора и Маклорена. Условия разложимости функций в степенной ряд. Примеры разложения элементарных функций в степенные ряды. Методы разложения функций в ряд Тейлора. Приложение рядов
4	Тема 4 Ряды Фурье. Преобразование Фурье	Ортогональные и ортонормированные системы функций. Разложение в ряд Фурье по ортонормированной системе функций. Разложение функций в тригонометрические ряды Фурье. Теоремы о сходимости рядов Фурье. Ряды Фурье функций с периодом $2l$ и непериодических функций. Комплексная форма ряда Фурье. Интеграл Фурье. Преобразования Фурье..
5	Тема 5 Интегралы, зависящие от параметра	Определение интегралов, зависящих от параметра. Предельный переход под знаком интеграла. Непрерывность интеграла как функции параметра. Дифференцирование интегралов по параметру. Интегрирование интегралов по параметру. Пределы интегрирования, зависящие от параметра.

### 23. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Числовые ряды и их приложения.	Лекция 1. Основные понятия. Простейшие свойства сходящихся рядов.

		Лекция 2. Признаки сравнения числовых рядов. Признак Даламбера. Лекция 3. Радикальный признак Коши. Интегральный признак Коши. Лекция 4. Знакопеременные и знакопеременные ряды и признаки их сходимости.
2	Тема 2 Функциональные ряды.	Лекция 5. Основные понятия. Область сходимости. Равномерная сходимость. Лекция 6 Дифференцирование и интегрирование функциональных рядов. Лекция 7 Степенные ряды. Свойства степенных рядов
3	Тема 3 Приложения степенных рядов	Лекция 8 Ряды Тейлора и Маклорена. Условия разложимости функций в степенной ряд. Лекция 9 Разложения элементарных функций в степенные ряды. Лекция 10 Методы разложения функций в ряд Тейлора. Приложение рядов
4	Тема 4. Ряды Фурье. Преобразование Фурье	Лекция 11 Ортогональные и ортонормированные системы функций Лекция 12 Разложение в ряд Фурье по ортонормированной системе функций. Тригонометрический ряд Фурье. Лекция 13 Теоремы о сходимости рядов Фурье. Лекция 14 Комплексная форма ряда Фурье. Интеграл Фурье. Преобразования Фурье..
5	Тема 5. Интегралы, зависящие от параметра	Лекция 15 Интегралы, зависящие от параметра. Лекция 16 Несобственные интегралы, зависящие от параметра.

#### Рекомендуемая тематика *практических* занятий

№ п/п	Название раздела	Тема практических работ
-------	------------------	-------------------------

1.	Тема 1. Числовые ряды и их приложения.	24. Числовые ряды. Основные понятия. Сумма числового ряда. 25. Необходимый признак сходимости. Признаки сравнения. 26. Признаки Даламбера, радикальный Коши. Интегральный признак сходимости. 27. Абсолютная, условная сходимость числовых рядов. 28. Контрольная работа
2.	Тема 2. Функциональные ряды.	- Функциональные ряды. Область сходимости функционального ряда. - Равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса. - Интегрирование и дифференцирование рядов. Вычисление суммы ряда.
3.	Тема 3. Приложения степенных рядов	9. Степенные ряды. Радиус сходимости. - Разложение функций в Тейлора. - Применение рядов Тейлора. - Контрольная работа по теме «Функциональные и степенные ряды»
4	Тема 4 Ряды Фурье. Преобразование Фурье	18. Ряды Фурье. 19. Преобразование Фурье. 20. Контрольная работа по теме «Ряды Фурье. Преобразование Фурье».
5	Тема 5 Интегралы, зависящие от параметра	16. Интегралы, зависящие от параметра.

### Требования к самостоятельной работе студентов

- Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.
- Выполнение домашнего задания, предусматривающего решение задач, выполнение упражнений, выдаваемых на практических занятиях, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной

дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

#### • Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

- **Фонд оценочных средств**

- **Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины**

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1.</i> Числовые ряды и их приложения	<b><i>ОПК-1</i></b>	Опрос, решение задач, контрольная работа
<i>Тема 2.</i> Функциональные ряды.	<b><i>ОПК-1</i></b>	Опрос, решение задач, Защита индивидуальных заданий
<i>Тема 3</i> Приложения степенных рядов	<b><i>ОПК-1</i></b>	Опрос, решение задач, контрольная работа
<i>Тема 4</i> Ряды Фурье. Преобразование Фурье	<b><i>ОПК-1</i></b>	Опрос, решение задач, контрольная работа
<i>Тема 5</i> Интегралы, зависящие от параметра	<b><i>ОПК-1</i></b>	Опрос, решение задач.

- **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля**

**Примеры контрольных работ:**

**Контрольная работа по теме 1: Числовые ряды.**

1. Вычислите сумму ряда

1	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{7}{49n^2 - 7n - 12}$
2	$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!(n+2)}$

13. Исследуйте на сходимость ряды:

1	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n+1}{\sqrt{n} \cdot 2^n}$
2	$\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{5n-1}{5n}\right)^{n^2}$
3	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(2n-1)^3}{(2n)!}$
4	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(3n+2)(\ln(3n+2))^5}$
5	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 \cdot 5 \cdot 9 \cdots (4n-3)}{1 \cdot 4 \cdot 7 \cdots (3n-2)}$
6	Исследуйте на сходимость знакопеременный ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{\sqrt{2n+1}}$
7	$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{5n+2}{2n} ?$

**Контрольная работа по теме 3: Степенные ряды. Приложения степенных рядов.**

<p><b>1. Найти множество сходимости ряда</b></p> $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(\ln x)^n}$
<p><b>17. Найти радиус и интервал сходимости ряда</b></p> $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{n+1} \left(\frac{x}{2}\right)^n, \quad \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^3 (x+4)^{2n+1}}{(n+1)!}$
<p><b>18. Доказать равномерную сходимость ряда</b></p> $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n^2} \text{ на } [-1; 1]$
<p><b>19. Вычислить сумму ряда</b></p> $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{2^n - 1} x^{2n-1}$
<p><b>20. Разложить в ряд Тейлора в окрестности точки <math>x_0</math>, указать интервал сходимости</b></p> $f(x) = \sqrt[3]{x}, \quad x_0 = 8$ $f(x) = x^2 e^{-x}, \quad x_0 = 0$

#### Контрольная работа по теме 4: Ряды Фурье и преобразование Фурье.

1. Разложить в ряд Фурье функцию, заданную в интервале  $(0, \pi)$ , доопределив ее четным и нечетным образом.

$$y = (x + 1)^2$$

2. Воспользовавшись разложением в ряд Фурье функции  $y = |x|$ ,  $(-\pi, \pi)$ , найти сумму числового ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^2}$$

#### Пример индивидуального задания

1 вариант

- 1-2. Найти сумму ряда:

$$1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{6}{9n^2 + 12n - 5}$$

$$2. \sum_{n=3}^{\infty} \frac{4-5n}{n(n-1)(n-2)}$$

- 3-8. Исследовать ряд на сходимость:

$$3. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin^2 n \sqrt{n}}{n \sqrt{n}}$$

$$4. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{5^{n-1} + n - 1}$$

$$5. \sum_{n=2}^{\infty} \frac{n+1}{2^n (n-1)!}$$

$$6. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{3^n} \left(\frac{n}{n+1}\right)^{-n^2}$$

$$7. \sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n \ln^2(3n+1)}$$

$$8. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{2n+1}{n(n+1)}$$

9. Вычислить сумму ряда  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{3n^2}$  с точностью  $\alpha = 0,01$ .

10. Доказать, что  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(2n)!}{2n^2!} = 0$ , используя необходимый признак сходимости ряда.

11-14. Найти множество сходимости ряда:

$$11. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{(x+n)^{-\frac{1}{5}}}$$

$$12. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{9^n}{n} x^{2n} \sin(x + \pi n)$$

$$13. \sum_{n=1}^{\infty} 2n \sqrt{x-2} e^{-\frac{n^2}{(x-1)^3}}$$

$$14. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(n-2)^3 (x+3)^{2n}}{2n+3}$$

15. Доказать равномерную сходимость ряда  $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{x^n}{7n-11}$  на  $[0,1]$  (не пользуясь признаком Вейерштрасса).

16. Доказать равномерную сходимость ряда  $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sqrt{x+1} \cos nx}{\sqrt[3]{n^5+1}}$  на  $[0,2]$  (пользуясь признаком Вейерштрасса).

17-18. Найти сумму ряда:

$$17. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \left(1 + \frac{1}{n}\right) x^{n-1}$$

$$18. \sum_{n=0}^{\infty} (n^2 + n + 1) x^{n+3}$$

19-20. Разложить функцию в ряд Маклорена.

$$19. f(x) = \frac{9}{20-x-x^2}$$

$$20. f(x) = \ln(1-x-12x^2)$$

21. Вычислить  $\int_0^{0.1} e^{-6x^2} dx$  с точностью до 0,001.

22. Разложить функцию  $f(x) = x^3$ , заданную на  $(-\pi, \pi)$ , в ряд Фурье.

23. Записать преобразование Фурье для функции  $f(x) = \begin{cases} -e^x, & -1 < x < 0 \\ e^{-x}, & 0 \leq x < 1 \\ 0, & |x| \geq 1 \end{cases}$

24. Вычислить  $\int_0^{\pi} \ln(1 - 2\alpha \cos x + \alpha^2) dx$ .

## • Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

### Перечень вопросов к зачету (с оценкой):

- Понятие числового ряда. Ряд и его частичные суммы. Сходящиеся и расходящиеся ряды. Вычисление суммы числового ряда.
- Необходимый признак сходимости числового ряда.
- Свойства, сходящихся рядо. Линейные операции.
- Критерий Коши сходимости числового ряда.
- Ряды с положительными членами. Необходимое и достаточное условие сходимости ряда с положительными членами. Первый признак сравнения.
- Ряды с положительными членами. Предельный признак сравнения. Примеры сравнений.
- Ряды с положительными членами. Признаки Даламбера
- Ряды с положительными членами. Радикальный признак Коши.
- Интегральный признак Коши.
- Признаки сходимости числовых рядов Раабе, Бертрана и Гаусса.
- Знакопередающиеся ряды. Признак Лейбница и следствие из него.
- Знакопеременные ряды. Абсолютная и условная сходимость.
- Теорема Римана о сумме ряда, сходящегося не абсолютно.
- Сходимость произвольных рядов. Признаки Дирихле и Абеля.
- Понятие функционального ряда. Сходимость функционального ряда в точке и на множестве. Критерий Коши сходимости функционального ряда. Примеры определения области сходимости функционального ряда.
- Равномерная сходимость функциональных последовательностей и функциональных рядов. Признак Вейерштрасса.
- Достаточный признак равномерной сходимости функционального ряда.
- Свойства равномерно сходящихся рядов. Теорема о непрерывности суммы равномерно сходящегося ряда и следствия из нее.
- Теорема о почленном интегрировании функционального ряда.
- Теорема о почленном дифференцировании функционального ряда.
- Степенной ряд. Теорема Абеля о сходимости степенного ряда. Область его сходимости.
- Формулы для радиуса сходимости степенного ряда. Примеры вычисления радиуса сходимости степенного ряда.

- Свойства степенных рядов.
  - Ряд Тейлора. Разложение функций в степенные ряды. Достаточное условие.
  - Разложение элементарных функций в ряд Маклорена.
  - Методы разложения функций в ряд Тейлора.
  - Применение рядов к приближённым вычислениям.
  - Ортогональные системы функций. Линейное векторное пространство кусочно-непрерывных функций.
  - Основная тригонометрическая система функций.
  - Обобщенный ряд Фурье по ортогональным системам функций.
  - Тригонометрические ряды Фурье. Коэффициенты ряда Фурье.
  - Минимальное свойство коэффициентов обобщенного ряда Фурье.
  - Сходимость ряда Фурье. Неравенство Бесселя.
  - Равномерная сходимость ряда Фурье. Равенство Парсеваля.
  - Признаки сходимости тригонометрических рядов Фурье.
  - Тригонометрические ряды Фурье для четных и нечетных функций. Тригонометрические ряды Фурье для непериодических функций.
  - Комплексная форма тригонометрического ряда Фурье.
  - Интеграл Фурье. Прямое и обратное преобразования Фурье. Косинус и синус преобразования Фурье.
  - Интегралы, зависящие от параметра. Непрерывность, дифференцирование и интегрирование по параметру.
  - Несобственные интегралы, зависящие от параметра. Равномерная сходимость.
  - Свойства непрерывности, интегрируемости и дифференцируемости несобственных интегралов, зависящих от параметра.
  - Применение теории интегралов, зависящих от параметра, к вычислению некоторых интегралов. Интегралы Пуассона.
- **Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания**

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100

Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает</i> <i>нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков	удовлетворительного уровня	неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

**• Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

**Основная литература.**

- 11 Туганбаев, А. А. Математический анализ : Ряды [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. А. Туганбаев. - 3-е изд., доп. - Москва : ФЛИНТА, 2012. - 49 с. - ISBN 978-5-9765-1405-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/462668>
- 12 Сборник задач по математическому анализу : учебное пособие : в 3 т . Том 2. Интегралы. Ряды / Л. Д. Кудрявцев, А. Д. Кутасов, В. И. Чехлов, М. И. Шабунин ; под ред. Л. Д. Кудрявцева. — 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 504 с. - ISBN 978-5-9221-0307-07. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/122351>

**Дополнительная литература.**

8. Виноградова, И. А. Задачи и упражнения по математическому анализу: в 2 т. : учеб. пособие для вузов/ В. А. Садовничий, И. А. Виноградова, С. Н. Олехник. - 2-е изд., перераб.. - М.: Высш. шк., 2000 - . - (Высшая математика) Кн. 2: Ряды, несобственные интегралы, кратные и поверхностные интегралы. - 712 с. - ISBN 5-06-003687-1. - ISBN 5-06-003769-X: 95.04 р. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: ч.з.N3(1)
9. Харди, Г. Г. Ряды Фурье/ Г. Г. Харди, В. В. Рогозинский; пер. с 3-го англ. изд. С. И. Зуховицкого. - 2-е изд., стер. - М.: КомКнига, 2006. - 158 с. - Авт. и загл. парал. рус., англ.. - Библиогр. в примеч.153-156. - ISBN 5-484-00340-7: 109.40, 109.40, р. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: ч.з.N3(1)

10. Просветов, Г. И. Ряды: задачи и решения : учеб.-практ. пособие/ Г. И. Просветов. - М.: АЛЬФА-ПРЕСС, 2011. - 87 с. - Библиогр.: с. 85. - ISBN 978-5-94280-519-7: 88.00, 88.00, р. Имеются экземпляры в отделах: ч.з.Н3(1)
11. Воробьев, Н.Н. Теория рядов/ Н. Н. Воробьев. - 6-е изд., стер.. - СПб.: Лань, 2002. - 408 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 5-8114-0446-8: 74.69;117.59 р. Имеются экземпляры в отделах: всего 2: ч.з.Н3(1), НА(1)
5. Решетняк, Ю. Г.Решетняк, Ю. Г.Курс математического анализа/ Ю. Г. Решетняк; РАН;Сиб.отд.;Ин-т математики им.С.Л.Соболева. - Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 2000 - Ч.2.Кн.1: Решетняк, Ю.Г. Основы гладкого анализа в многомерных пространствах. Теория рядов/ Ю. Г. Решетняк. - 439 с.

• **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

• **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

6. система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – <https://lms.kantiana.ru/>, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
7. серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
8. платформа для проведения онлайн вебинаров <https://webinar.ru/>;
9. установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

- **Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## Программа итоговой аттестации по модулю

Определение результатов освоения модуля на основе вычисления оценки по каждому элементу модуля.

Оценка по модулю рассчитывается по формуле:

$$R_j^{\text{мод}} = \frac{k_1 R_1 + k_2 R_2 + k_3 R_3 + \dots + k_n R_n + k_{\text{пр}} R_{\text{пр}} + R_{\text{кур}}}{k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_{\text{пр}}}$$

Где:

$R_j^{\text{мод}}$  – оценка по модулю

$k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  – зачетные единицы дисциплин, входящих в модуль

$k_{\text{пр}}$  – зачетные единицы по практике

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  – оценки по дисциплинам модуля

$R_{\text{пр}}$  – оценка по практике

$R_{\text{кур}}$  – оценка по курсовой работе

В случае, если по дисциплине предусмотрен зачет без оценки, то за оценку по дисциплине принимается «5».

В случае, если по модулю применяется балльно-рейтинговая система, то

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  – рейтинговые баллы студента по дисциплинам модуля

$R_{\text{пр}}$  – рейтинговые баллы студента по практике

$R_{\text{кур}}$  – рейтинговые баллы студента по курсовой работе

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»  
ОНК «Институт высоких технологий»  
Высшая школа нанотехнологий и инженерии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**

«Двигателестроение»

**Шифр: 16.03.01**

**Направление подготовки: Техническая физика**

**Профиль: Прикладная физика наукоемких производств**

**Квалификация (степень) выпускника: Физик. Инженер-физик**

## Лист согласования

**Составители:** Кристина Александровна Гриценко, к.ф.-м.н., Директор ВШ Нанотехнологий и инженерии, научный сотрудник НОЦ «Умные материалы и передовые технологии»; Кулик Арина Дмитриевна, ассистент, руководитель образовательных программ БФУ им. И. Канта, инженер-конструктор АО «ОКБ Факел».

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»  
Протокол № 15 от 7 марта 2024 г.

Председатель Ученого совета ОНК  
«Институт высоких технологий»

Юров А. В.

Руководитель ОНК «Институт высоких  
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Руководитель образовательных программ

Кулик А. Д.

## Содержание

1. Название образовательного модуля
2. Характеристика образовательного модуля
3. Методические указания для обучающихся по освоению модуля
4. Программы дисциплин образовательного модуля:
  - Экономика и организация промышленности
  - Конструкторская и технологическая документация
  - Технология производства ЭРД и ЭУ
  - Технология производства, динамика и прочность ЭСУ
  - Инженерная и компьютерная графика
  - Электротехника и электроника
  - Физические основы рабочих процессов в ЭРД
  - Термокаталитический двигатель малой тяги
  - Испытания и надежность ЭРД
  - Сопротивление материалов
5. Программа практики
6. Программа итоговой аттестации по модулю

## 1.Название модуля: «Двигателестроение»

### 2.Характеристика модуля

#### 2.1. Образовательные цели и задачи

Модуль ставит своей целью создать условия для эффективного формирования и развития профессиональных компетенций.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- *Изучение основ проектирования и конструирования ракетных двигателей, включая принципы работы, основные компоненты и их взаимодействие.*
- 
- *Освоение методов расчёта и анализа характеристик ракетных двигателей, таких как тяга, удельный импульс, расход топлива и другие параметры.*
- 
- *Приобретение навыков разработки конструкторской документации для производства ракетных двигателей.*
- 
- *Знакомство с современными технологиями и материалами, используемыми в ракетном двигателестроении, а также с методами их выбора и применения.*
- 
- *Развитие умения анализировать и оптимизировать конструкции ракетных двигателей с учётом требований к надёжности, эффективности и безопасности.*
- 
- *Формирование навыков работы с компьютерными программами для проектирования и моделирования ракетных двигателей.*

#### 2.2. Образовательные результаты выпускника

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен читать и разрабатывать конструкторскую документацию, а также 3D-модели конструкций образцов изделий с характеристиками, указанными в техническом задании, с учетом требований технологичности.	ПК-1.1 Разрабатывает конструкторскую документацию с применением инженерных знаний и с учетом рационального использования ресурсов.  ПК- 1.2 Умеет работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, строить на их основе модели в САЕ-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.	<b>Знать:</b> основы проектирования и конструирования ракетных двигателей;  <b>Уметь:</b> разрабатывать конструкторскую документацию для производства ракетных двигателей;  <b>Владеть:</b> навыками разработки конструкторской документации для производства ракетных двигателей;

<p>ПК-2</p> <p>Способен читать комплекты конструкторской документации и разрабатывать на их основе технологическую документацию с учётом возможности их выполнения на существующем на предприятии оборудовании.</p>	<p>ПК-2.1 Умеет работать с конструкторской документацией, а также с 3D-моделями конструкций образцов изделий с учетом требований технологичности.</p> <p>ПК-2.2 Демонстрирует знания свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.</p> <p>ПК-2.3 Демонстрирует навыки проведения испытаний для подтверждения свойств материалов.</p>	<p><b>Знать:</b> принципы работы, основные компоненты и их взаимодействие;</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать и оптимизировать конструкции ракетных двигателей с учётом требований к надёжности, эффективности и безопасности;</p> <p><b>Владеть:</b> методами расчёта и анализа характеристик ракетных двигателей;</p>
<p>ПК-3</p> <p>Способен составлять программы испытаний разрабатываемых изделий, разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на необходимую для проведения испытаний оснастку.</p>	<p>ПК-3.1 Умеет работать с конструкторской и технологической документацией при проведении испытаний.</p> <p>ПК-3.2 Демонстрирует умения в работе со специальным оборудованием.</p>	<p><b>Знать:</b> методы расчёта и анализа характеристик ракетных двигателей.</p> <p><b>Уметь:</b> работать с компьютерными программами для проектирования и моделирования ракетных двигателей.</p> <p><b>Владеть:</b> современными технологиями и материалами, используемыми в ракетном двигателестроении;</p>

### 3. Методические указания для обучающихся по освоению модуля

Освоение дисциплин модуля закладывает базу для будущей профессиональной деятельности в сфере 25 Ракетно-Космическая Промышленность. Оно должно начинаться с внимательного ознакомления с рабочими программами дисциплин, обязательными компонентами которых являются: перечень тем, подлежащих усвоению; задания; списки учебных пособий и рекомендуемой литературы; списки контрольных вопросов, заданий.

При изучении дисциплин модуля необходимо последовательно переходить от дисциплины к дисциплине, от темы к теме, следуя внутренней логике, заложенной в программе дисциплины модуля. Только так можно достичь полного понимания материала, хорошей ориентации в специальной литературе, формирования собственной точки зрения и умений практического характера. Для более глубокого и эффективного освоения дисциплин рекомендуется предварительная подготовка к занятиям.

#### 1. Программы дисциплин модуля

##### 1. Наименование дисциплины: «Экономика и организация промышленности».

### Цель дисциплины

Дать студентам знания, умения и навыки для понимания экономических процессов и закономерностей функционирования предприятий ракетно-космического комплекса, а также научить их принимать обоснованные управленческие решения в условиях рыночной экономики.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>УК-1 ПК-2 Способен читать комплекты конструкторской документации и разрабатывать на их основе технологическую документацию с учётом возможности их выполнения на существующем на предприятии оборудовании.</i>	<i>ПК-2.1 Умеет работать с конструкторской документацией, а также с 3D-моделями конструкций образцов изделий с учетом требований технологичности. ПК-2.2 Демонстрирует знания свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров. ПК-2.3 Демонстрирует навыки проведения испытаний для подтверждения свойств материалов.</i>	<b>Знать:</b> основные понятия, принципов методы экономики и организации производства в ракетно-космической отрасли <b>Уметь:</b> анализировать структуры и особенности функционирования ракетно-космических предприятий; <b>Владеть:</b> методами оценки эффективности использования ресурсов и определение путей её повышения;

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Экономика и организация промышленности» представляет собой дисциплину Б1.В.02.01.

## 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

## 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации

преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Тема 1: Введение в экономику и организацию промышленности</i>	<i>Основные понятия, цели и задачи экономики и организации производства. Роль и значение ракетно-космического комплекса в экономике страны.</i>
2	<i>Тема 2: Ракетно-космическая отрасль как объект исследования</i>	<i>Структура и особенности функционирования предприятий ракетно-космической отрасли. Основные виды деятельности и продукция.</i>
3	<i>Тема 3: Экономические ресурсы и эффективность их использования</i>	<i>Понятие и классификация экономических ресурсов. Оценка эффективности использования ресурсов на предприятиях ракетно-космической промышленности. Пути повышения эффективности.</i>
4	<i>Тема 4: Планирование и управление деятельностью предприятия</i>	<i>Основы планирования и управления на предприятии. Методы и инструменты управления. Контроль и оценка результатов деятельности.</i>
5	<i>Тема 5: Маркетинг и менеджмент в ракетно-космическом комплексе</i>	<i>Маркетинговые стратегии и подходы к продвижению продукции ракетно-космических предприятий. Основы менеджмента в ракетно-космической сфере.</i>
6	<i>Тема 6: Анализ экономической информации и принятие управленческих решений</i>	<i>Методы анализа экономической информации. Принятие обоснованных управленческих решений на основе анализа данных.</i>

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

*Тема 1: Введение в экономику и организацию промышленности*

*Тема 2: Ракетно-космическая отрасль как объект исследования*

*Тема 3: Экономические ресурсы и эффективность их использования*  
*Тема 4: Планирование и управление деятельностью предприятия*  
*Тема 5: Маркетинг и менеджмент в ракетно-космическом комплексе*  
*Тема 6: Анализ экономической информации и принятие управленческих решений*

Рекомендуемая тематика практических занятий:

*Тема 1: Введение в экономику и организацию промышленности*  
*Тема 2: Ракетно-космическая отрасль как объект исследования*  
*Тема 3: Экономические ресурсы и эффективность их использования*  
*Тема 4: Планирование и управление деятельностью предприятия*  
*Тема 5: Маркетинг и менеджмент в ракетно-космическом комплексе*  
*Тема 6: Анализ экономической информации и принятие управленческих решений*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

*Тема 1: Введение в экономику и организацию промышленности*  
*Тема 2: Ракетно-космическая отрасль как объект исследования*  
*Тема 3: Экономические ресурсы и эффективность их использования*  
*Тема 4: Планирование и управление деятельностью предприятия*  
*Тема 5: Маркетинг и менеджмент в ракетно-космическом комплексе*  
*Тема 6: Анализ экономической информации и принятие управленческих решений*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

*Тема 1: Введение в экономику и организацию промышленности*  
*Тема 2: Ракетно-космическая отрасль как объект исследования*  
*Тема 3: Экономические ресурсы и эффективность их использования*  
*Тема 4: Планирование и управление деятельностью предприятия*  
*Тема 5: Маркетинг и менеджмент в ракетно-космическом комплексе*  
*Тема 6: Анализ экономической информации и принятие управленческих решений*

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной

программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## 7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1: Введение в экономику и организацию промышленности	ПК-2	Опрос

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 2: Ракетно-космическая отрасль как объект исследования	ПК-2	Опрос
Тема 3: Экономические ресурсы и эффективность их использования	ПК-2	Опрос
Тема 4: Планирование и управление деятельностью предприятия	ПК-2	Опрос
Тема 5: Маркетинг и менеджмент в ракетно-космическом комплексе	ПК-2	Опрос
Тема 6: Анализ экономической информации и принятие управленческих решений	ПК-2	Опрос
Тема 1: Введение в экономику и организацию промышленности	ПК-2	Опрос

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

1. Что такое экономика и какие основные вопросы она решает?
2. Какие цели и задачи стоят перед экономикой?
3. Какова роль и значение ракетно-космического комплекса в экономике страны?
4. Какие факторы влияют на развитие ракетно-космической отрасли?
5. Каковы основные тенденции развития ракетно-космической промышленности в мире?
6. Какие проблемы и вызовы стоят перед ракетно-космическим комплексом в настоящее время?
7. Как можно оценить эффективность работы предприятия?
8. Какие показатели используются для оценки эффективности работы предприятия?
9. Какие методы анализа используются для изучения экономических процессов?
10. Какие принципы лежат в основе организации производства?
11. Какова структура ракетно-космической отрасли в России?
12. Какие виды деятельности и продукция характерны для предприятий ракетно-космической отрасли?
13. Какие особенности функционирования предприятий ракетно-космической отрасли вы можете назвать?

## 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Какие основные проблемы и перспективы развития ракетно-космической отрасли существуют в настоящее время?
2. Какие меры государственной поддержки предусмотрены для развития ракетно-космической отрасли?
3. Какие международные проекты и программы реализуются в ракетно-космической сфере?

4. Какие тенденции и направления развития ракетно-космической техники вы можете выделить?
5. Какие новые технологии и материалы применяются в ракетно-космической технике?
6. Какие требования предъявляются к предприятиям ракетно-космической отрасли с точки зрения безопасности и надёжности?
7. Что такое экономические ресурсы и какие виды ресурсов вы знаете?
8. Как оценивается эффективность использования ресурсов на предприятиях ракетно-космической промышленности?
9. Какие пути повышения эффективности использования ресурсов существуют?
10. Как влияет использование новых технологий и материалов на эффективность работы предприятий ракетно-космической отрасли?
11. Какие методы и инструменты используются для анализа эффективности использования ресурсов?
12. Какие подходы к управлению ресурсами применяются на предприятиях ракетно-космической отрасли?
13. Как осуществляется контроль за использованием ресурсов на предприятии?
14. Какие показатели эффективности использования ресурсов вы можете назвать?
15. Как проводится оценка экономической эффективности инвестиционных проектов?

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими	хорошо		71-85

	большей степени самостоятельности и инициативы	теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

### **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

#### **Основная литература**

1. Эйдис, А. Л. Инновационная экономика и временные параметры жизненного цикла технической системы: статья / А. Л. Эйдис, В. И. Тинякова. - Текст : электронный // Современная экономика: проблемы и решения. - 2014. - №6 (54). - URL: <https://znanium.com/catalog/product/509067>

#### **Дополнительная литература**

2. Фомкина М. В., Чуб Е. А. Развитие космической деятельности в свете тенденций постиндустриальной экономики: проблемы ее становления и функционирования в России // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – №. 12. – С. 360-365.

### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;

- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

## 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

### 1.Наименование дисциплины: «Конструкторская и технологическая документация».

#### Цель дисциплины

Дать студентам знания, умения и навыки для разработки и оформления конструкторских документов, а также для организации и управления процессом технологической подготовки производства.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-1 Способен читать и разрабатывать конструкторскую документацию, а также 3D-модели конструкций образцов изделий с характеристиками, указанными в</i>	<i>ПК-1.1 Разрабатывает конструкторскую документацию с применением инженерных знаний и с учетом рационального использования ресурсов. ПК-1.2 Умеет работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, строить на их основе модели</i>	<b>Знать:</b> основные понятия, принципы и методы разработки конструкторской документации; <b>Уметь:</b> проводить анализ структуры и содержания конструкторских документов <b>Владеть:</b> навыками оформления чертежей, схем и текстовых документов;

<i>техническом задании, с учетом требований технологичности.</i>	<i>в САЕ-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.</i>	
ПК-2 Способен читать комплекты конструкторской документации и разрабатывать на их основе технологическую документацию с учётом возможности их выполнения на существующем на предприятии оборудовании.	ПК-2 Способен читать комплекты конструкторской документации и разрабатывать на их основе технологическую документацию с учётом возможности их выполнения на существующем на предприятии оборудовании.	<b>Знать:</b> стандарты конструкторской документации; <b>Уметь:</b> контролировать качество конструкторских документов. <b>Владеть:</b> навыками автоматизации проектирования и разработки конструкторских документов в системах САПР;;

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Конструкторская и технологическая документация» представляет собой дисциплину Б1.В.02.02.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом

требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Тема 1: Введение в конструкторскую документацию</i>	<i>Основные понятия и определения. Виды конструкторских документов. Стандарты ЕСКД.</i>
2	<i>Тема 2: Чертежи деталей и сборочных единиц</i>	<i>Правила выполнения чертежей деталей и сборочных единиц. Обозначение размеров, допусков и посадок.</i>
3	<i>Тема 3: Схемы и текстовые документы</i>	<i>Виды схем и правила их выполнения. Текстовые документы: спецификации, ведомости, технические условия.</i>
4	<i>Тема 4: Стандартизация и унификация конструкторских документов</i>	<i>Принципы стандартизации и унификации. Применение стандартов и нормалей при разработке конструкторских документов.</i>
5	<i>Тема 5: Автоматизация проектирования и разработки конструкторских документов в САПР</i>	<i>Системы автоматизированного проектирования (САПР). Программное обеспечение для разработки конструкторской документации.</i>
6	<i>Тема 6: Технологическая подготовка производства</i>	<i>Этапы технологической подготовки производства. Разработка технологических процессов и документации.</i>

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

*Тема 1: Введение в конструкторскую документацию*

*Тема 2: Чертежи деталей и сборочных единиц*

*Тема 3: Схемы и текстовые документы*

*Тема 4: Стандартизация и унификация конструкторских документов*

*Тема 5: Автоматизация проектирования и разработки конструкторских документов в САПР*

*Тема 6: Технологическая подготовка производства*

Рекомендуемая тематика практических занятий:

*Тема 1: Введение в конструкторскую документацию*

*Тема 2: Чертежи деталей и сборочных единиц*

*Тема 3: Схемы и текстовые документы*

*Тема 4: Стандартизация и унификация конструкторских документов*

*Тема 5: Автоматизация проектирования и разработки конструкторских документов в САПР*

*Тема 6: Технологическая подготовка производства*

Требования к самостоятельной работе студентов  
*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

Тема 1: Введение в конструкторскую документацию

Тема 2: Чертежи деталей и сборочных единиц

Тема 3: Схемы и текстовые документы

Тема 4: Стандартизация и унификация конструкторских документов

Тема 5: Автоматизация проектирования и разработки конструкторских документов в САПР

Тема 6: Технологическая подготовка производства

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

*Тема 1: Введение в конструкторскую документацию*

*Тема 2: Чертежи деталей и сборочных единиц*

*Тема 3: Схемы и текстовые документы*

*Тема 4: Стандартизация и унификация конструкторских документов*

*Тема 5: Автоматизация проектирования и разработки конструкторских документов в САПР*

*Тема 6: Технологическая подготовка производства.*

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1: Введение в конструкторскую документацию	ПК-1;	<i>Контрольная работа</i>
Тема 2: Чертежи деталей и сборочных единиц	ПК-1; ПК-2	<i>Контрольная работа</i>
Тема 3: Схемы и текстовые документы	ПК-1; ПК-2	<i>Контрольная работа</i>
Тема 4: Стандартизация и унификация конструкторских документов	ПК-1; ПК-2	<i>Контрольная работа</i>
Тема 5: Автоматизация проектирования и разработки	ПК-1; ПК-2	<i>Контрольная работа</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
конструкторских документов в САПР		
Тема 6: Технологическая подготовка производства	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Контрольная работа</i>

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

*Примерные темы контрольных работ:*

1. *Виды конструкторских документов: их классификация, назначение и особенности оформления.*
2. *Правила выполнения чертежей деталей: основные требования и рекомендации.*
3. *Сборочные чертежи: структура, содержание и оформление.*
4. *Стандарты ЕСКД: основные положения и применение в конструкторской документации.*
5. *Автоматизация проектирования и разработки конструкторских документов в САПР: преимущества и ограничения.*
6. *Технологическая подготовка производства: этапы, задачи и роль в процессе создания изделия.*
7. *Разработка технологических процессов: принципы, методы и примеры.*
8. *Оформление технологической документации: стандарты и правила.*  
*Унификация и стандартизация конструкторских документов: цели, принципы и результаты.*
9. *Применение стандартов и нормалей при разработке конструкторских документов.*

## 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. *Что такое конструкторская документация и для чего она нужна?*
2. *Какие виды конструкторских документов существуют?*
3. *Каковы основные требования к оформлению конструкторских документов?*
4. *Кто разрабатывает конструкторские документы и какие задачи они решают?*
5. *В чём разница между чертежами деталей и сборочных единиц?*
6. *Какие стандарты используются при разработке конструкторских документов?*
7. *Как осуществляется контроль качества конструкторских документов?*
8. *Какие изменения могут вноситься в конструкторские документы?*
9. *Какова роль конструкторской документации в процессе производства?*
10. *Какие преимущества даёт использование конструкторских документов в работе предприятия?*
11. *Какие правила выполнения чертежей деталей вы знаете?*
12. *Как обозначаются размеры, допуски и посадки на чертежах деталей?*
13. *Какие требования предъявляются к чертежам сборочных единиц?*
14. *Как выполняется спецификация сборочной единицы?*
15. *Какие особенности имеют чертежи деталей из различных материалов?*
16. *Как проводится анализ чертежей деталей и сборочных единиц перед производством?*

17. *Какие инструменты и программы используются для разработки чертежей деталей и сборочных единиц?*
18. *Как обеспечивается точность и качество изготовления деталей по чертежам?*
19. *Какие методы контроля качества чертежей применяются на производстве?*
20. *Как происходит согласование чертежей с заказчиком и другими участниками проекта?*
21. *Какие виды схем бывают и как они используются в конструкторской документации?*
22. *Как правильно выполнять электрические схемы?*
23. *Как оформлять текстовые документы: спецификации, ведомости, технические условия?*
24. *Какие требования предъявляются к оформлению текстовых документов?*
25. *Как обеспечить читаемость и понятность текстовых документов для всех участников проекта?*
26. *Как использовать текстовые документы для описания технических характеристик изделия?*
27. *Какие программы и инструменты помогают создавать и редактировать текстовые документы?*
28. *Как контролировать качество текстовых документов перед их утверждением?*
29. *Как вносить изменения в текстовые документы после утверждения?*
30. *Как организовать хранение и доступ к текстовым документам в рамках проекта?*
31. *В чём заключается принцип стандартизации в конструкторской документации?*

#### **8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания**

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий</i>	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по	<i>Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и</i>	хорошо		71-85

	образцу с большой степени самостоятель ности и инициативы	иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетвори тельный (достаточно й)	Репродуктивн ая деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетвор ительно		55-70
Недостаточн ый	Отсутствие удовлетворительного уровня	признаков	неудовлетв орительно	не зачтено	Менее 55

### **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

#### **Основная литература**

1. Берлинер, Э. М. САПР конструктора машиностроителя : учебник / Э.М. Берлинер, О.В. Таратынов. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2024. — 288 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-558-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2119097>

#### **Дополнительная литература**

2. Борисов В. В. Применение цифровых технологий при управлении качеством в ракетно-космической отрасли Российской Федерации //Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – №. 2 (128). – С. 72.
3. Прокопьева Е. В., Мурашова В. Г., Веретнова К. А. РОЛЬ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ //Редакционная коллегия. – 2022. – С. 765.
4. Наговицына Т. К., Травкина К. А. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ КАК ОСНОВА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА //ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ, БИЗНЕСЕ И ОБРАЗОВАНИИ. – 2016. – С. 352-360.

### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА

- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

#### **1.Наименование дисциплины: «Технология производства ЭРД и ЭУ».**

##### **Цель дисциплины**

Дать студентам знания, умения и навыки для понимания технологических процессов и методов производства электроракетных двигателей (ЭРД) и энергетических установок (ЭУ), а также научить их принимать обоснованные решения при выборе материалов, оборудования и технологий для обеспечения требуемых характеристик, и надёжности изделий ракетно-космической техники.

#### **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен читать комплекты конструкторской документации и разрабатывать на их основе технологическую документацию с учётом возможности их выполнения на существующем предприятии оборудовании.	ПК-2.1 Умеет работать с конструкторской документацией, а также с 3D-моделями конструкций образцов изделий с учетом требований технологичности. ПК-2.2 Демонстрирует знания свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров. ПК-2.3 Демонстрирует навыки проведения испытаний для подтверждения свойств материалов.	<b>Знать:</b> основные понятия, принципы и методы технологии производства ЭРД и ЭУ; <b>Уметь:</b> проводить анализ структуры и особенностей технологических процессов производства ЭРД и ЭУ; <b>Владеть:</b> методами оценки влияния различных факторов на характеристики и надёжность ЭРД и ЭУ;

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технология производства ЭРД и ЭУ» представляет собой дисциплину Б1.В.02.04.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом

требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Тема 1: Введение в технологию производства ЭРД и ЭУ</i>	<i>Основные понятия и определения. Роль и значение технологии производства в создании ЭРД и ЭУ.</i>
2	<i>Тема 2: Материалы для производства ЭРД и ЭУ</i>	<i>Классификация материалов. Выбор материалов с учётом требований к характеристикам и надёжности ЭРД и ЭУ. Методы обработки материалов.</i>
3	<i>Тема 3: Технологические процессы производства ЭРД</i>	<i>Этапы технологического процесса. Особенности технологических процессов производства различных типов ЭРД. Контроль качества на всех этапах производства.</i>
4	<i>Тема 4: Технологические процессы производства ЭУ</i>	<i>Особенности технологических процессов производства ЭУ различных типов. Контроль качества на всех этапах производства. Обеспечение безопасности при производстве ЭУ.</i>
5	<i>Тема 5: Автоматизация и роботизация технологических процессов</i>	<i>Применение автоматизированных систем и роботов в производстве ЭРД и ЭУ. Преимущества и ограничения автоматизации и роботизации. Перспективы развития автоматизации и роботизации в производстве ЭРД и ЭУ.</i>
6	<i>Тема 6: Оптимизация технологических процессов</i>	<i>Методы оптимизации технологических процессов. Оценка эффективности оптимизированных технологических процессов. Примеры оптимизации технологических процессов в производстве ЭРД и ЭУ.</i>

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

*Тема 1: Введение в технологию производства ЭРД и ЭУ*

*Тема 2: Материалы для производства ЭРД и ЭУ*

*Тема 3: Технологические процессы производства ЭРД*

*Тема 4: Технологические процессы производства ЭУ*

*Тема 5: Автоматизация и роботизация технологических процессов*

*Тема 6: Оптимизация технологических процессов*

Рекомендуемая тематика практических занятий:

- Тема 1: Введение в технологию производства ЭРД и ЭУ*
- Тема 2: Материалы для производства ЭРД и ЭУ*
- Тема 3: Технологические процессы производства ЭРД*
- Тема 4: Технологические процессы производства ЭУ*
- Тема 5: Автоматизация и роботизация технологических процессов*
- Тема 6: Оптимизация технологических процессов*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

- Тема 1: Введение в технологию производства ЭРД и ЭУ
- Тема 2: Материалы для производства ЭРД и ЭУ
- Тема 3: Технологические процессы производства ЭРД
- Тема 4: Технологические процессы производства ЭУ
- Тема 5: Автоматизация и роботизация технологических процессов
- Тема 6: Оптимизация технологических процессов

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

- Тема 1: Введение в технологию производства ЭРД и ЭУ
- Тема 2: Материалы для производства ЭРД и ЭУ
- Тема 3: Технологические процессы производства ЭРД
- Тема 4: Технологические процессы производства ЭУ
- Тема 5: Автоматизация и роботизация технологических процессов
- Тема 6: Оптимизация технологических процессов

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## 7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1: Введение в технологию производства ЭРД и ЭУ</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 2: Материалы для производства ЭРД и ЭУ</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 3: Технологические процессы производства ЭРД</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 4: Технологические процессы производства ЭУ</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 5: Автоматизация и роботизация технологических процессов</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 6: Оптимизация технологических процессов</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>

## **8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля**

1. *Что такое электроракетный двигатель (ЭРД) и энергетическая установка (ЭУ)?*
2. *Какие основные принципы лежат в основе технологии производства ЭРД и ЭУ?*
3. *Какова роль технологии производства в создании ЭРД и ЭУ?*
4. *Какие факторы влияют на выбор материалов для производства ЭРД и ЭУ?*
5. *Каковы основные этапы технологического процесса производства ЭРД и ЭУ?*
6. *Как осуществляется контроль качества на всех этапах производства ЭРД и ЭУ?*
7. *Какие методы обработки материалов используются при производстве ЭРД и ЭУ?*
8. *Какие требования предъявляются к материалам для производства ЭРД и ЭУ с точки зрения характеристик и надёжности?*
9. *Какие особенности технологических процессов производства различных типов ЭРД вы можете назвать?*
10. *Какие преимущества и недостатки имеют автоматизированные системы и роботы в производстве ЭРД и ЭУ?*

## **8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**

16. *Какие материалы используются для производства ЭРД и ЭУ, и какие требования к ним предъявляются?*
17. *Как выбрать материал для конкретного типа ЭРД или ЭУ с учётом требований к характеристикам и надёжности?*
18. *Какие методы анализа материалов применяются при выборе материалов для ЭРД и ЭУ?*
19. *Как влияет выбор материала на стоимость и сроки производства ЭРД и ЭУ?*
20. *Какие способы обработки материалов применяются в производстве ЭРД и ЭУ и как они влияют на характеристики изделий?*
21. *Какие новые материалы и технологии обработки материалов могут быть использованы в будущем для улучшения характеристик ЭРД и ЭУ?*
22. *Как проводится контроль качества материалов перед их использованием в производстве ЭРД и ЭУ?*
23. *Какие меры принимаются для обеспечения безопасности при работе с материалами для ЭРД и ЭУ?*
24. *Какие этапы технологического процесса можно выделить при производстве ЭРД?*
25. *Как происходит сборка и монтаж ЭРД, какие инструменты и оборудование используются?*
26. *Как производится проверка и испытания ЭРД после сборки, какие параметры контролируются?*
27. *Какие проблемы могут возникнуть при производстве ЭРД, и как их можно решить?*

28. Как обеспечивается точность и качество изготовления ЭРД на каждом этапе производства?

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

#### 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

##### Основная литература

1. Технология производства ракетно-прямоточных двигателей на твердом топливе : учебное пособие / В. А. Сорокин, Д. А. Ягодников, Л. С. Яновский [и др.] ; под ред. В. А. Сорокина, Д. А. Ягодникова. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019. — 323, [5] с. : ил. - ISBN 978-5-7038-5030-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2143346>

### **Дополнительная литература**

2. СИНЯВСКИЙ В. В. КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ //КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ Учредители: Ракетно-космическая корпорация "Энергия" им. СП Королева. – №. 4. – С. 58-93.
3. Синявский В. В. Электроракетные транспортные аппараты в различных схемах пилотируемых полётов к Марсу //Космическая техника и технологии. – 2022. – №. 4 (39). – С. 58-93.

### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими

средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

### **1.Наименование дисциплины: «Технология производства, динамика и прочность ЭСУ».**

#### **Цель дисциплины**

Дать студентам знания, умения и навыки для понимания технологических процессов и методов производства ЭСУ, а также научить их принимать обоснованные решения при выборе материалов, оборудования и технологий для обеспечения требуемых характеристик, и надёжности изделий ракетно-космической техники.

### **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-2 Способен читать комплекты конструкторской документации и разрабатывать на их основе технологическую документацию с учётом возможности их выполнения на существующем на предприятии оборудовании.</i>	<i>ПК-2.1 Умеет работать с конструкторской документацией, а также с 3D-моделями конструкций образцов изделий с учетом требований технологичности. ПК-2.2 Демонстрирует знания свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров. ПК-2.3 Демонстрирует навыки проведения испытаний для подтверждения свойств материалов.</i>	<b>Знать:</b> изучение основных понятий, принципов и методов технологии производства ЭСУ; <b>Уметь:</b> проводить анализ структуры и особенностей технологических процессов производства ЭСУ; <b>Владеть:</b> методами оценки влияния различных факторов на характеристики и надёжность ЭСУ;

### **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Технология производства, динамика и прочность ЭСУ» представляет собой дисциплину Б1.В.02.04.

#### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

#### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Тема 1: Введение в технологию производства ЭСУ</i>	<i>Основные понятия и определения. Роль и значение технологии производства в создании ЭСУ.</i>
2	<i>Тема 2: Материалы для производства ЭСУ</i>	<i>Классификация материалов. Выбор материалов с учётом требований к характеристикам и надёжности ЭСУ. Методы обработки материалов.</i>
3	<i>Тема 3: Технологические процессы производства ЭСУ</i>	<i>Этапы технологического процесса. Особенности технологических процессов производства различных типов ЭСУ. Контроль качества на всех этапах производства.</i>
4	<i>Тема 4: Динамика и прочность ЭСУ</i>	<i>Основы динамики и прочности ЭСУ. Расчётные схемы и методы расчёта. Анализ напряжённо-деформированного состояния ЭСУ. Обеспечение прочности и жёсткости</i>

		<i>ЭСУ при проектировании и производстве.</i>
5	<i>Тема 5: Автоматизация и роботизация технологических процессов</i>	<i>Применение автоматизированных систем и роботов в производстве ЭСУ. Преимущества и ограничения автоматизации и роботизации. Перспективы развития автоматизации и роботизации в производстве ЭСУ.</i>
6	<i>Тема 6: Оптимизация технологических процесс</i>	<i>Методы оптимизации технологических процессов. Оценка эффективности оптимизированных технологических процессов. Примеры оптимизации технологических процессов в производстве ЭСУ.</i>

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

*Тема 1: Введение в технологию производства ЭСУ*

*Тема 2: Материалы для производства ЭСУ*

*Тема 3: Технологические процессы производства ЭСУ*

*Тема 4: Динамика и прочность ЭСУ*

*Тема 5: Автоматизация и роботизация технологических процессов*

*Тема 6: Оптимизация технологических процесс*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*Тема 1: Введение в технологию производства ЭСУ*

*Тема 2: Материалы для производства ЭСУ*

*Тема 3: Технологические процессы производства ЭСУ*

*Тема 4: Динамика и прочность ЭСУ*

*Тема 5: Автоматизация и роботизация технологических процессов*

*Тема 6: Оптимизация технологических процесс*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

*Тема 1: Введение в технологию производства ЭСУ*

*Тема 2: Материалы для производства ЭСУ*

*Тема 3: Технологические процессы производства ЭСУ*

*Тема 4: Динамика и прочность ЭСУ*

*Тема 5: Автоматизация и роботизация технологических процессов*

*Тема 6: Оптимизация технологических процесс*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

*Тема 1: Введение в технологию производства ЭСУ*

Тема 2: Материалы для производства ЭСУ

Тема 3: Технологические процессы производства ЭСУ

Тема 4: Динамика и прочность ЭСУ

Тема 5: Автоматизация и роботизация технологических процессов

Тема 6: Оптимизация технологических процессов

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1: Введение в технологию производства ЭСУ</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 2: Материалы для производства ЭСУ</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 3: Технологические процессы производства ЭСУ</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 4: Динамика и прочность ЭСУ</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 5: Автоматизация и роботизация технологических процессов</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 6: Оптимизация технологических процесс</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

1. Что такое энергетическая система управления (ЭСУ)?
2. Какие основные принципы лежат в основе технологии производства ЭСУ?
3. Какова роль технологии производства в создании ЭСУ?
4. Какие факторы влияют на выбор материалов для производства ЭСУ?
5. Каковы основные этапы технологического процесса производства ЭСУ?
6. Как осуществляется контроль качества на всех этапах производства ЭСУ?
7. Какие методы обработки материалов используются при производстве ЭСУ?
8. Какие требования предъявляются к материалам для производства ЭСУ с точки зрения характеристик и надёжности?

9. *Какие особенности технологических процессов производства различных типов ЭСУ вы можете назвать?*
10. *Какие преимущества и недостатки имеют автоматизированные системы и роботы в производстве ЭСУ?*

### **8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**

1. *Какие материалы используются для производства ЭСУ, и какие требования к ним предъявляются?*
2. *Как выбрать материал для конкретного типа ЭСУ с учётом требований к характеристикам и надёжности?*
3. *Какие методы анализа материалов применяются при выборе материалов для ЭСУ?*
4. *Как влияет выбор материала на стоимость и сроки производства ЭСУ?*
5. *Какие способы обработки материалов применяются в производстве ЭСУ и как они влияют на характеристики изделий?*
6. *Какие новые материалы и технологии обработки материалов могут быть использованы в будущем для улучшения характеристик ЭСУ?*
7. *Как проводится контроль качества материалов перед их использованием в производстве ЭСУ?*
8. *Какие меры принимаются для обеспечения безопасности при работе с материалами для ЭСУ?*
9. *В чём заключается процесс контроля качества материалов, используемых в производстве ЭСУ?*
10. *Какие стандарты и нормативы существуют для проверки качества материалов в производстве ЭСУ?*
11. *Какие этапы технологического процесса можно выделить при производстве ЭСУ?*
12. *Как происходит сборка и монтаж ЭСУ, какие инструменты и оборудование используются?*
13. *Как производится проверка и испытания ЭСУ после сборки, какие параметры контролируются?*
14. *Какие проблемы могут возникнуть при производстве ЭСУ, и как их можно решить?*
15. *Как обеспечивается точность и качество изготовления ЭСУ на каждом этапе производства?*
16. *Какие современные технологии и методы контроля качества используются в производстве ЭСУ?*

### **8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания**

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать	отлично	зачтено	86-100

		проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий			
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **Основная литература**

1. Введение в ракетно-космическую технику : в двух томах. Том 1. Общие сведения. Космодромы. Наземные средства контроля и управления ракетами и космическими аппаратами. Ракеты : учебное пособие / А. П. Аверьянов, Л. Г. Азаренко, Г. Г. Вокин [и др.] ; под. общ. ред. Г. Г. Вокина. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 380 с. - ISBN 978-5-9729-0683-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1832028>

### **Дополнительная литература**

2. Кузлякина В. В. и др. ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА ПО КУРСУ" ПРОБЛЕМЫ ДИНАМИКИ И ПРОЧНОСТИ МАШИН" //Успехи современного естествознания. – 2014. – №. 10. – С. 110-113.
3. Зуев А. В., Стрижак Л. Я. Динамика и прочность энергетических машин: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению

подготовки 150300" Прикладная механика". 1. Теоретические основы статической прочности турбокомпрессоров и турбин. – 2008.

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## 1. Наименование дисциплины: «Инженерная и компьютерная графика».

### Цель дисциплины

Цель дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» - развитие у студентов пространственного воображения, конструкторского мышления, способности к анализу и синтезу графических моделей, практически реализуемых в виде чертежей объектов.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-1 Способен читать и разрабатывать конструкторскую документацию, а также 3D-модели конструкций образцов изделий с характеристиками, указанными в техническом задании, с учетом требований технологичности.</i>	<i>ПК-1.1 Разрабатывает конструкторскую документацию с применением инженерных знаний и с учетом рационального использования ресурсов. ПК-1.2 Умеет работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, строить на их основе модели в САЕ-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.</i>	<i>Знать: - основные критерии выбора технических и программных средств для решения научных и технических задач; - системное и прикладное программное обеспечение компьютера; - основные понятия компьютерной графики, геометрического моделирования, графических объектов Уметь: - использовать пакеты прикладных программ для решения технических задач; - осуществлять поиск информации в сети интернет Владеть: - программным обеспечением, необходимым для создания документов, связанных со своей профессиональной деятельностью</i>

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Инженерная и компьютерная графика» представляет собой дисциплину Б1.В.02.05.

## 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством

электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

## 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Тема 1. Основы работы в AutoCAD</i>	<i>Запуск системы AutoCAD. Пользовательский интерфейс. Системы координат AutoCAD. Декартовы и полярные координаты. Построение отрезков. Объектная привязка. Простановка размеров.</i>
2	<i>Тема 2. Основные графические примитивы</i>	<i>Прямоугольники, окружности, дуги, многоугольники. Их свойства и способы построения. Однострочный и многострочный текст. Разделение рисунка по слоям. Назначение типа линии слою. Назначение веса (толщины) линии слою.</i>
3	<i>Тема 3. Единая система конструкторской документации (ЕСКД)</i>	<i>Основные понятия ЕСКД. Стадии разработки КД и виды конструкторских документов. Типы линий, применяемые на чертежах. Их толщины и длины штрихов. Правила пересечения линий при построении. Основная надпись и ее роль в ЕСКД.</i>
4	<i>Тема 4. Объекты с плоским контуром</i>	<i>Создание фасок и сопряжений. Простановка размеров. Создание сопряжений с использованием окружностей. Обрезка и удлинение линий. Размножение объектов массивом. Масштабирование, растягивание и удлинение объектов. Детали с плоским контуром.</i>
5	<i>Тема 5. Трехмерные объекты</i>	<i>Пространство модели и пространство листа. Видовые экраны. Виды трехмерных моделей. Построение тел. Сложное тело. Формирование чертежей с использованием трехмерного компьютерного моделирования.</i>
6	<i>Тема 6. Изометрические проекции и разрезы</i>	<i>Чертеж трехмерного объекта. Изометрические проекции, разрезы. Переход от вида в трех проекциях к изометрии и наоборот. Штриховка. Простановка размеров. Управление размерными стилями.</i>

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

1. Системы координат AutoCAD. Построение отрезков. Объектная привязка. Простановка размеров.
2. Прямоугольники, окружности, дуги, многоугольники. Их свойства и способы построения. Однострочный и многострочный текст.
3. Основные понятия ЕСКД. Стадии разработки КД и виды конструкторских документов. Типы линий, применяемые на чертежах.
4. Виды изделий. Чертежи деталей и сборочные чертежи. Примеры.
5. Создание фасок и сопряжений. Обрезка и удлинение линий в AutoCAD
6. Конструкторские виды. Проекционные связи. Типы линий, используемые на чертежах.
7. Пространство модели и пространство листа. Видовые экраны. Виды трехмерных моделей.
8. Резьбовые соединения и особенности представления их на чертежах. Сечения.
9. Разрезы. Сравнение разрезов и сечений. Штриховка. Виды разрезов.
10. Совмещение вида и разреза. Роль осей симметрии. Сложные разрезы.
11. Изометрические проекции. Изометрия в AutoCAD

Рекомендуемая тематика практических занятий:

1. Построение фигур из отрезков. Нанесение размеров
2. Дуги, лучи и другие простейшие графические примитивы
3. Многоугольники, сплайны и касательные. Однострочный и многострочный текст
4. Основная надпись чертежа
5. Фаски и сопряжения
6. Детали с сопряжениями
7. Сложная деталь с плоским контуром
8. Трехмерные примитивы
9. Создание тела из набора типовых примитивов
10. Построение разрезов трехмерных объектов
11. Изображение объекта в трех проекциях
12. Переход от изометрии к проекциям и наоборот
13. Создание твердотельной модели предмета по его изометрической проекции

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:

- Тема 1. Основы работы в AutoCAD
- Тема 2. Основные графические примитивы
- Тема 2. Основные графические примитивы
- Тема 3. Единая система конструкторской документации (ЕСКД)
- Тема 4. Объекты с плоским контуром
- Тема 4. Объекты с плоским контуром
- Тема 4. Объекты с плоским контуром
- Тема 5. Трехмерные объекты
- Тема 5. Трехмерные объекты

Тема 5. Трехмерные объекты

Тема 6. Изометрические проекции и разрезы

Тема 6. Изометрические проекции и разрезы

Тема 6. Изометрические проекции и разрезы

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

Тема 1. Основы работы в AutoCAD

Тема 2. Основные графические примитивы

Тема 2. Основные графические примитивы

Тема 3. Единая система конструкторской документации (ЕСКД)

Тема 4. Объекты с плоским контуром

Тема 4. Объекты с плоским контуром

Тема 4. Объекты с плоским контуром

Тема 5. Трехмерные объекты

Тема 5. Трехмерные объекты

Тема 5. Трехмерные объекты

Тема 6. Изометрические проекции и разрезы

Тема 6. Изометрические проекции и разрезы

Тема 6. Изометрические проекции и разрезы

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные

выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1. Основы работы в AutoCAD</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Тестирование</i>
<i>Тема 2. Основные графические примитивы</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Решение задач</i>
<i>Тема 3. Единая система конструкторской документации (ЕСКД)</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Тестирование</i>
<i>Тема 4. Объекты с плоским контуром</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Решение задач</i>
<i>Тема 5. Трехмерные объекты</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Решение задач</i>
<i>Тема 6. Изометрические проекции и разрезы</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Решение задач</i>

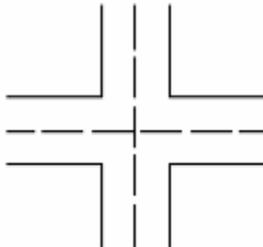
### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

*Типовые тестовые задания к теме 1. Основы работы в AutoCAD*

Пример 1.

	Вопросы теста	Варианты ответов
Удовлетворительный уровень освоения компетенции	1. В какой системе координат чаще всего работает программа AutoCAD	a. полярной b. <u>декартовой</u> c. криволинейной
	2. Какие из графических пространств используются в программе AutoCAD?	a. <u>3D</u> b. 4D c. <u>2D</u>
Базовый уровень освоения компетенции	1. В какой системе координат уравнение окружности выглядит так: $(x-x_0)^2+(y-y_0)^2=r^2$ ? <i>Правильный ответ: Декартовой.</i> 2. Можно ли представить в AutoCAD число в виде простой (не десятичной) дроби? <i>Правильный ответ: Да.</i>	
Повышенный уровень освоения компетенции	1. Найдите длину вектора $\mathbf{a}-2\mathbf{b}$ , если координаты вектора $\mathbf{a}(10;7)$ , а $\mathbf{b}(3;2)$ . <i>Правильный ответ: 5.</i> 2. Какой формат листа (A0, A1, B0...) использует AutoCAD по умолчанию? <i>Правильный ответ: A3.</i>	

Пример 2.

	Вопросы теста	Варианты ответов
Удовлетворительный уровень освоения компетенции	1. Какой из графических примитивов может иметь заливку?	a. линия b. <u>полилиния</u> c. <u>многоугольник</u>
	2. Может ли линия быть бесконечно тонкой (не иметь "обводки")? <i>Правильный ответ: Да.</i>	
Базовый уровень освоения компетенции	1. Какой графический примитив следует использовать, если мы хотим изобразить синусоиду? <i>Правильный ответ: Дуга.</i> 2. Можно ли построить в AutoCAD треугольник, а затем вписанную в него окружность (чтобы обеспечить именно касание, а не пересечение сторон треугольника)? <i>Правильный ответ: Да.</i>	
Повышенный уровень освоения компетенции	1. Какой графический примитив (с дополнительными настройками) можно использовать в AutoCAD для построения биссектрисы угла? <i>Правильный ответ: Прямая.</i> 2. Какой графический примитив следует использовать для построения перекрестка (см. рис)? <i>Правильный ответ: Мультилиния.</i>	

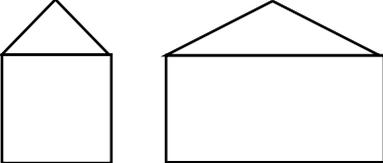
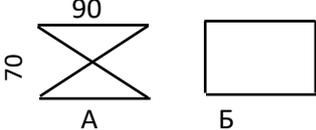
Типовые тестовые задания к теме 3. Единая система конструкторской документации (ЕСКД)

	Вопросы теста	Варианты ответов
Удовлетворительный уровень освоения компетенции	1. Размерные и выносные линии на чертежах выполняют _____ линией.	a. сплошной основной b. <u>сплошной тонкой</u> c. волнистой
	2. Специальный знак $\emptyset$ используют для нанесения размеров:	a. <u>окружностей</u> b. дуг окружностей c. углов
Базовый уровень освоения компетенции	1. Нестандартным является масштаб:	a. 4:1 b. 5:1 c. <u>3:1</u>
	2. Резьбы по назначению подразделяются на:	a. дюймовые b. прямоугольные c. <u>крепежные</u>
Повышенный уровень освоения компетенции	1. Резьбе с крупным шагом соответствует обозначение:	a. <u>M30</u> b. M30x2,5 c. M30x3

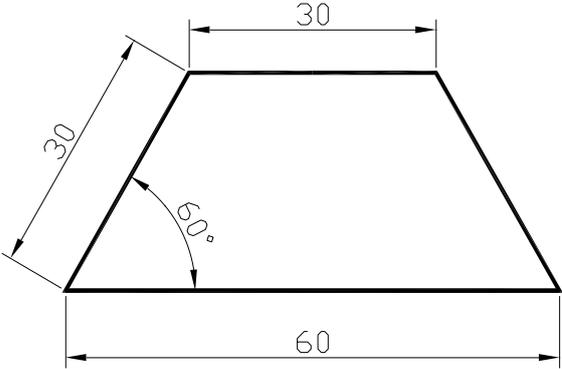
	2. В продольном разрезе показывают незаштрихованными:	а. канавку б. <u>ребро жесткости</u> с. отверстие
--	---	---

*Типовые задания практических работ.*

*По теме 2. Основные графические примитивы.*

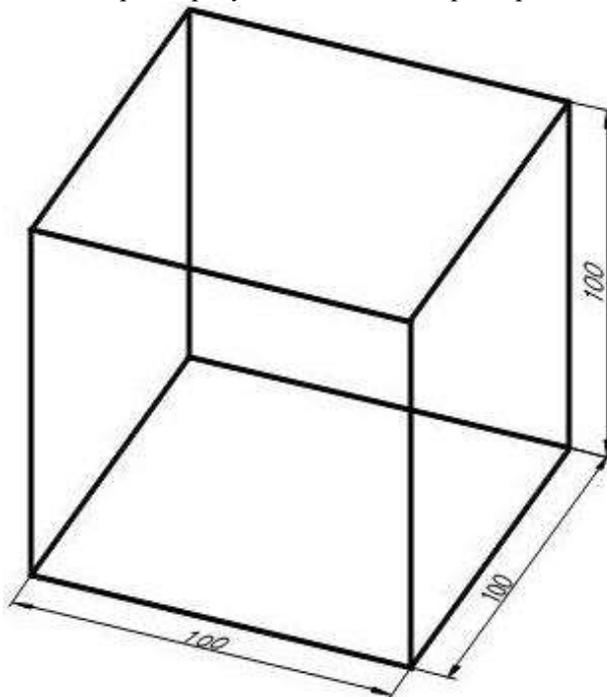
	Задача
Удовлетворительный уровень освоения компетенции	Нарисовать линию длиной 130 единиц и затем удлинить ее вправо на 50 единиц.
Базовый уровень освоения компетенции	Нарисовать квадрат размером 80x80 и сверху треугольник высотой 40. Используя редактирование "ручками" и объектное отслеживание, растянуть рисунок вправо на 60 единиц. 
Повышенный уровень освоения компетенции	Нарисовать фигуру А. Преобразовать ее в фигуру Б, используя редактирование "ручками". 

*По теме 4. Объекты с плоским контуром.*

	Задача
Удовлетворительный уровень освоения компетенции	Построить рисунок с нанесением размеров. 

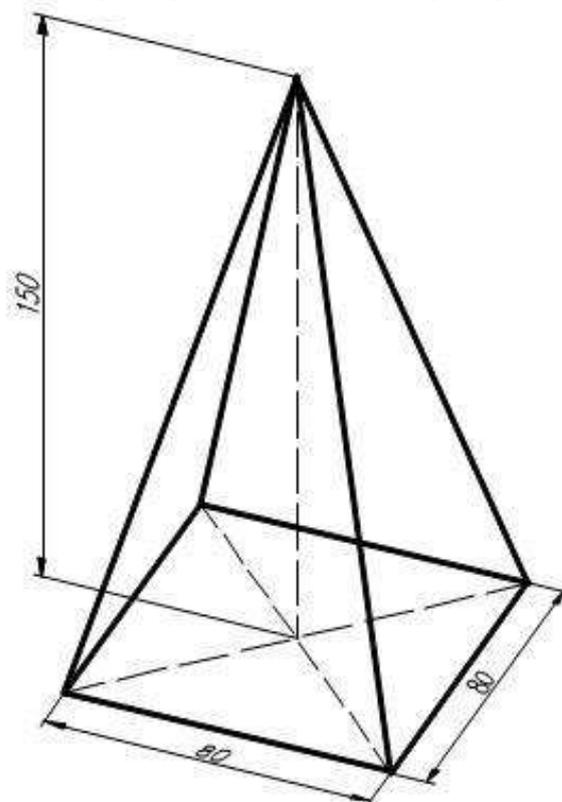
Базовый уровень освоения компетенции

Построить рисунок с нанесением размеров.



Повышенный уровень освоения компетенции

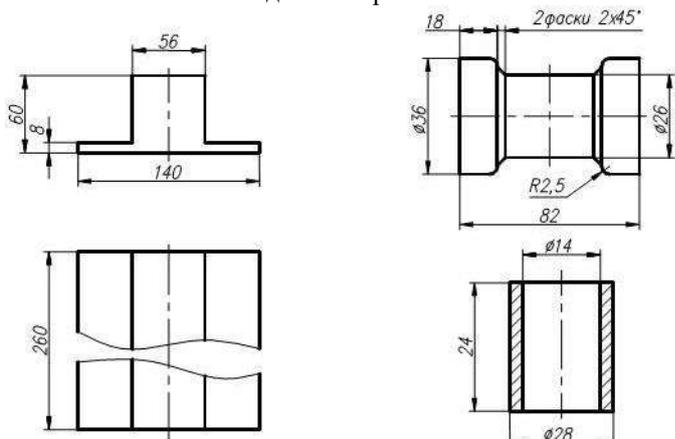
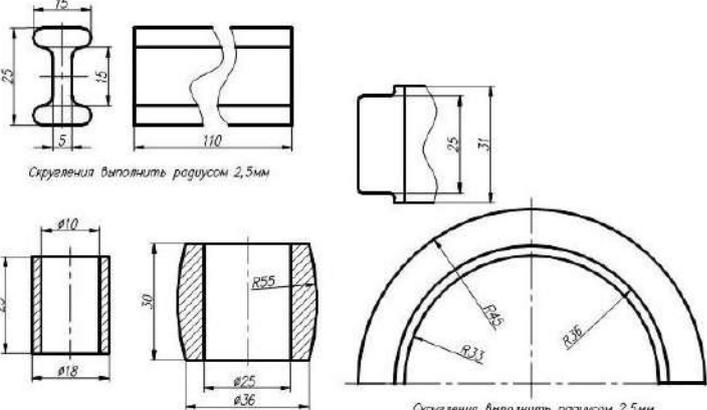
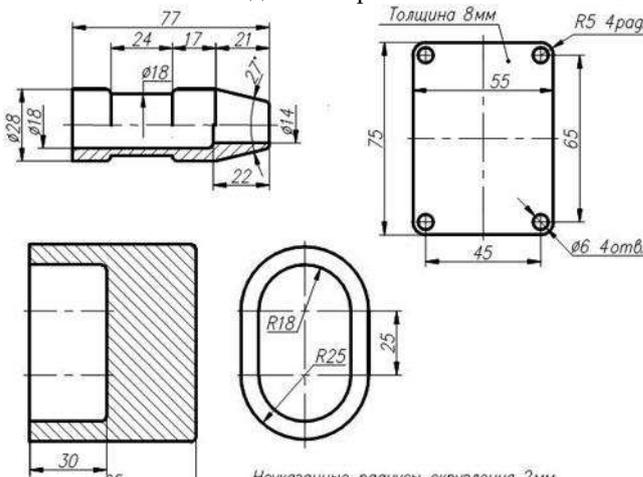
Построить рисунок с нанесением размеров.



По теме 5. Трехмерные объекты.

	Задача
Удовлетворительный уровень освоения компетенции	Создать комбинацию твердотельных объектов-примитивов: 
Базовый уровень освоения компетенции	Создать комбинацию твердотельных объектов-примитивов: 
Повышенный уровень освоения компетенции	Создать комбинацию твердотельных объектов-примитивов: 

По теме 6. Изометрические проекции и разрезы.

<p>Удовлетворительный уровень освоения компетенции</p>	<p>Задача Сделать чертеж:</p> 
<p>Базовый уровень освоения компетенции</p>	<p>Сделать чертеж:</p>  <p>Скругления выполнять радиусом 2,5мм</p> <p>Скругления выполнять радиусом 2,5мм</p>
<p>Повышенный уровень освоения компетенции</p>	<p>Сделать чертеж:</p>  <p>Толщина 8мм</p> <p>R5 4раг</p> <p>6 4отв</p> <p>Неуказанные радиусы скругления 2мм</p>

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

29. Какие основные функции и возможности предоставляет программа AutoCAD?
30. Как создать новый файл в программе AutoCAD и сохранить его?
31. Что такое графический примитив и какие виды графических примитивов существуют в AutoCAD?
32. Как построить отрезок, прямую линию и полилинию в AutoCAD?
33. Как выполнить построение окружности, дуги и эллипса в AutoCAD?
34. Как использовать инструменты редактирования объектов в AutoCAD для изменения размеров, перемещения и копирования объектов?

35. Какие параметры можно настроить при создании нового чертежа в соответствии с требованиями ЕСКД?
36. Какие типы линий используются в чертежах в соответствии с ЕСКД и как их настроить в AutoCAD?
37. Как создавать и редактировать плоские контуры объектов в AutoCAD?
38. Как выполнять различные виды штриховки на плоских контурах объектов в AutoCAD?
39. Как создавать трёхмерные объекты в AutoCAD и настраивать их свойства?
40. Как выполнять визуализацию трёхмерных объектов в различных ракурсах в AutoCAD?
41. Как создавать изометрические проекции объектов в AutoCAD и что такое изометрия?
42. Как создавать разрезы объектов в AutoCAD и какие типы разрезов существуют?
43. Как настраивать параметры изометрических проекций и разрезов в AutoCAD в соответствии с требованиями ЕСКД?
44. Какие инструменты доступны для создания и редактирования изометрических проекций в AutoCAD?
45. Как использовать слои в AutoCAD для организации и управления объектами на чертеже?
46. Как применять стили линий и штриховок в AutoCAD для улучшения читаемости чертежа?
47. Какие методы можно использовать для ускорения процесса черчения в AutoCAD?
48. Какие особенности следует учитывать при работе с большими и сложными чертежами в AutoCAD?

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий</i>	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности	<i>Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно</i>	хорошо		71-85

	ьной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **Основная литература**

1. Чекмарев, А. А. Инженерная графика. Машиностроительное черчение: учебник. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 396 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/1541](http://www.dx.doi.org/10.12737/1541). - ISBN 978-5-16-013447-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/983560>.

### **Дополнительная литература**

1. Инженерная графика: учебник / Г.В. Буланже, В.А. Гончарова, И.А. Гущин, Т.С. Молокова. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 381 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-014817-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1006040>.

2. Бабенко, В. М. AutoCAD Mechanical: учеб. пособие / В. М. Бабенко, О. В. Мухина. — Москва: ИНФРА-М, 2018. — 143 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-013842-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/959247>.

## **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM

- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

#### **1.Наименование дисциплины: «Электротехника и электроника».**

##### **Цель дисциплины**

Дать студентам базовые знания и навыки в области электротехники и электроники, которые необходимы для понимания принципов работы электрических и электронных устройств, а также для их проектирования, эксплуатации и ремонта.

#### **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
------------------------------	---	-----------------------------------

<p><b>ПК-1</b></p> <p><i>Способен читать и разрабатывать конструкторскую документацию, а также 3D-модели конструкций образцов изделий с характеристиками, указанными в техническом задании, с учетом требований технологичности.</i></p>	<p><b>ПК-1.1</b></p> <p><i>Разрабатывает конструкторскую документацию с применением инженерных знаний и с учетом рационального использования ресурсов.</i></p> <p><b>ПК-1.2</b> <i>Умеет работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, строить на их основе модели в САЕ-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.</i></p>	<p><b>Знать:</b> основные понятия и законы электротехники.</p> <p><b>Уметь:</b> применять полученные знания для решения практических задач, связанных с проектированием, эксплуатацией и ремонтом электрических и электронных устройств;</p> <p><b>Владеть:</b> работы с измерительными приборами, методами моделирования и анализа электрических схем.</p>
<p><b>ПК-2</b></p> <p><i>Способен читать комплекты конструкторской документации и разрабатывать на их основе технологическую документацию с учётом возможности их выполнения на существующем на предприятии оборудовании.</i></p>	<p><b>ПК-2.1</b> <i>Умеет работать с конструкторской документацией, а также с 3D-моделями конструкций образцов изделий с учетом требований технологичности.</i></p> <p><b>ПК-2.2</b> <i>Демонстрирует знания свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.</i></p> <p><b>ПК-2.3</b> <i>Демонстрирует навыки проведения испытаний для подтверждения свойств материалов.</i></p>	<p><b>Знать:</b> методы анализа и расчёта электрических цепей, принципы работы и характеристики полупроводниковых приборов, основы цифровой электроники;</p> <p><b>Уметь:</b> рассчитывать характеристики электротехнических схем.</p> <p><b>Владеть:</b> основами программирования микроконтроллеров</p>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электротехника и электроника» представляет собой дисциплину Б1.В.02.06.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Основы электротехники</i>	<i>Введение в электротехнику: основные понятия и определения, единицы измерения электрических величин. Законы Ома, Кирхгофа, Джоуля-Ленца: формулировки, применение для расчёта электрических цепей.</i>
2	<i>Электрические цепи постоянного тока</i>	<i>Элементы электрической цепи: источники ЭДС, резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности. Анализ и расчёт простых и сложных электрических цепей с использованием законов Ома и Кирхгофа.</i>
3	<i>Магнитные цепи</i>	<i>Основные понятия магнитной цепи: магнитное поле, магнитодвижущая сила, магнитный поток. Расчёт магнитных цепей с постоянными магнитами и катушками с током.</i>
4	<i>Электромагнитные устройства</i>	<i>Трансформаторы: принцип действия, режимы работы, схемы замещения. Электрические машины: генераторы, двигатели, электромагнитные муфты.</i>
5	<i>Переменный ток</i>	<i>Однофазные и трёхфазные электрические цепи переменного тока. Мощность в цепях переменного тока: активная, реактивная, полная. Коэффициент мощности и способы его повышения.</i>
6	<i>Электронные приборы</i>	<i>Полупроводниковые диоды: характеристики, параметры, области применения.</i>

		<i>Биполярные транзисторы: структура, режимы работы, усилительные свойства. Полевые транзисторы: типы, характеристики, применение.</i>
7	<i>Цифровая электроника</i>	<i>Логические элементы: И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ. Триггеры: RS-, D-, T-триггеры, их применение в цифровой технике. Счётчики импульсов: двоичные, десятичные, реверсивные.</i>
8	<i>Микропроцессорная техника</i>	<i>Архитектура микропроцессоров: процессор, память, порты ввода-вывода. Программирование микроконтроллеров: языки программирования, среда разработки. Применение микропроцессорной техники в системах управления и автоматизации.</i>

#### **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

*Основы электротехники  
Электрические цепи постоянного тока  
Магнитные цепи  
Электромагнитные устройства  
Переменный ток  
Электронные приборы  
Цифровая электроника  
Микропроцессорная техника*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*Основы электротехники  
Электрические цепи постоянного тока  
Магнитные цепи  
Электромагнитные устройства  
Переменный ток  
Электронные приборы  
Цифровая электроника  
Микропроцессорная техника*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

*Основы электротехники  
Электрические цепи постоянного тока*

Магнитные цепи  
Электромагнитные устройства  
Переменный ток  
Электронные приборы  
Цифровая электроника  
Микропроцессорная техника

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

Основы электротехники  
Электрические цепи постоянного тока  
Магнитные цепи  
Электромагнитные устройства  
Переменный ток  
Электронные приборы  
Цифровая электроника  
Микропроцессорная техника

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Основы электротехники</i>	<i>ПК-1;</i>	<i>Опрос</i>
<i>Электрические цепи постоянного тока</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Магнитные цепи</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Электромагнитные устройства</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Переменный ток</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Электронные приборы</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Цифровая электроника</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Микропроцессорная техника</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Опрос</i>

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

1. Что такое электрический ток и какие его основные характеристики?
2. Какие единицы измерения используются для описания электрических величин?
3. Как формулируется закон Ома и что он описывает?

4. В чём заключается закон Кирхгофа и как он применяется в расчётах?
5. Что такое сопротивление и как оно влияет на протекание тока?
6. Что такое ёмкость и индуктивность, и как они влияют на электрические цепи?
7. Какие виды источников ЭДС существуют и чем они отличаются друг от друга?
8. Что такое электрическая цепь и из каких элементов она состоит?
9. Как рассчитать мощность электрической цепи и её КПД?
10. Что такое короткое замыкание и каковы его последствия?

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

49. Какие элементы электрической цепи являются пассивными, а какие активными?
50. Как определить направление тока в электрической цепи?
51. Что такое узел электрической цепи и как определить его потенциал?
52. Как составить уравнение по первому закону Кирхгофа для электрической цепи?
53. Как составить уравнение по второму закону Кирхгофа для электрической цепи?
54. Как рассчитать эквивалентное сопротивление при последовательном соединении резисторов?
55. Как рассчитать эквивалентную ёмкость при параллельном соединении конденсаторов?
56. Как рассчитать ток в электрической цепи с несколькими источниками ЭДС?
57. Что такое делитель напряжения и как его рассчитать?
58. Как работает диод и где он используется?
59. Что такое магнитная цепь и из чего она состоит?
60. Что такое магнитодвижущая сила и магнитный поток?
61. Как рассчитать магнитное поле в однородной среде?
62. Что такое ферромагнитные материалы и как они используются в магнитных цепях?
63. Как рассчитать индуктивность катушки с током?
64. Что такое сердечник катушки и как он влияет на её индуктивность?
65. Как работает электромагнит и где он применяется?
66. Что такое электромагнитная индукция и как она используется в технике?
67. Что такое трансформатор и как он работает?
68. Какие типы трансформаторов существуют и в чём их отличие?
69. Как рассчитать коэффициент трансформации трансформатора?

### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	Включает низестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных	отлично	зачтено	86-100

		методов, приемов, технологий			
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

### Основная литература

1. Ситников, А. В. Прикладная электроника : учебник / А.В. Ситников, И.А. Ситников. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2023. — 272 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-906923-28-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1912895>
2. Маркелов, С. Н. Электротехника и электроника : учебное пособие / С.Н. Маркелов, Б.Я. Сазанов. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 267 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-014453-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2131870>

### Дополнительная литература

3. Немцов М. Электротехника и электроника. – Litres, 2021.

## 10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций

- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

### **1. Наименование дисциплины: «Физические основы рабочих процессов в ЭРД».**

Цель дисциплины: освоения дисциплины «Физические основы рабочих процессов в электроракетном двигателе» формирование у студентов знаний о физических процессах, лежащих в основе работы электрореактивных двигателей.

### **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения**

## образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен читать и разрабатывать конструкторскую документацию, а также 3D-модели конструкций образцов изделий с характеристиками, указанными в техническом задании, с учетом требований технологичности.	ПК-1.1 Разрабатывает конструкторскую документацию с применением инженерных знаний и с учетом рационального использования ресурсов. ПК-1.2 Умеет работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, строить на их основе модели в САЕ-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.	Знать Структуру ЕСКД а также нормотивно-техническую документацию предприятия. Программы и методики выполнения экспериментов по определению параметров плазмы. Уметь: Выполнять поставленную задачу с учетом требований и рекомендаций НТД. Определять перечень НТД, необходимых для реализации поставленной задачи. Следовать Указаниям НТД. Владеть: Уметь выполнять экспериментальное определение и расчеты параметров плазмы в соответствии с требованиями нормотивно-технической документации.

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физические основы рабочих процессов в ЭРД» представляет собой дисциплину Б1.В.02.07.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и

(или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно- заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Введение	Распространенность плазмы в природе, краткая характеристика космической и лабораторной плазмы: термоядерная плазма, плазма электрореактивных двигателей, классификация плазмы.
2	Тема 2. Основные свойства плазмы	Идеальная плазма. Электростатическое экранирование. Дебаевский радиус. Плазменные колебания. Скин-эффект. Двойной электрический слой. Электростатические зонды.
3	Тема 3. Элементарные процессы в плазме	Сечение процессов. Транспортное сечение передачи энергии и импульса. Скорость процесса. Частота столкновений. Средняя длина свободного пробега. Передача энергии и импульса в упругих столкновениях. Динамика упругого взаимодействия частиц. Классическая теория упругого рассеяния. Формула Резерфорда. Рассеяние на малые углы: область применимости классической теории рассеяния. Столкновения заряженных частиц. Ионизация электронным ударом. Томсоновская теория трехчастичной рекомбинации. Электрон-ионная трехчастичная рекомбинация. Типы элементарных процессов. Адиабатический критерий Мессе.
4	Тема 4. Физическая кинетика плазмы	Уравнение Больцмана. $\tau$ - приближение. Уравнения неразрывности и движения для многокомпонентной системы.
5	Тема 5. Статистика слабоионизированной плазмы	Распределения Больцмана, Максвелла. Принцип детального равновесия. Закон действующих масс. Формула Эльверта. Распределение Саха.

6	Тема 6. Явления переноса в плазме	Теория явлений диффузии, вязкости и теплопроводности в приближении средней длины свободного пробега. Правила смеси для коэффициентов диффузии, вязкости и теплопроводности в плазме. Подвижность частиц. Соотношение Эйнштейна Диффузия, теплопроводность с учетом внутренних степеней свободы частиц плазмы. Амбиполярная диффузия.
7	Тема 7. Плазма во внешних полях	Гидродинамическое приближение. Магнитное давление. Дрейфовое приближение. Электрический дрейф. Вмороженное магнитное поле. Термализованный потенциал. Ионно-оптическое приближение. Проводимость плазмы.
8	Тема 8. Ускорение плазмы	Проблемы ускорения заряженных частиц плазмы. Газодинамическое (тепловое) ускорение плазмы. Принцип действия электродуговых электроракетных двигателей. Ускорение тяжелых ионов плазмы электронным ветром. Принцип действия и конструкция торцевых электроракетных двигателей. Условия существования в плазме электрического поля. Ускорение ионов электрическим полем. Лоренцевские системы. Стационарный плазменный двигатель (СПД). Конструкция. Предварительные сведения о рабочем процессе в СПД.
9	Тема 9. Волновые свойства плазмы	Звуковые колебания в плазме. Собственные колебания в плазме: высокочастотная ветвь, ионный звук. Магнито-гидродинамические волны. Альфвеновская скорость. Распространение электромагнитной волны в плазме. Затухание плазменных колебаний в плазме. Взаимодействие плазменных колебаний с электронами. Кинетические неустойчивости. Парадокс Ленгмюра. Бунемановская неустойчивость. Гидродинамические неустойчивости. Пинч-эффект. Нелинейные явления в плазме. Модуляционная неустойчивость. Солитоны. Спектр колебаний в плазме СПД. Роль плазменных колебаний в канале СПД. Характер проводимости ускорительного канала СПД.

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

*Тема 1. Введение*

*Тема 2. Основные свойства плазмы*

*Тема 3. Элементарные процессы в плазме*

*Тема 4. Физическая кинетика плазмы*

*Тема 5. Статистика слабоионизованной плазмы*

*Тема 6. Явления переноса в плазме*

*Тема 7. Плазма во внешних полях*

*Тема 8. Ускорение плазмы*

*Тема 9. Волновые свойства плазмы*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*Тема 1. Введение*

*Тема 2. Основные свойства плазмы*

*Тема 3. Элементарные процессы в плазме*

*Тема 4. Физическая кинетика плазмы*

*Тема 5. Статистика слабоионизованной плазмы*

*Тема 6. Явления переноса в плазме*

*Тема 7. Плазма во внешних полях*

*Тема 8. Ускорение плазмы*

*Тема 9. Волновые свойства плазмы*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Например,*

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

*Тема 1. Введение*

*Тема 2. Основные свойства плазмы*

*Тема 3. Элементарные процессы в плазме*

*Тема 4. Физическая кинетика плазмы*

*Тема 5. Статистика слабоионизованной плазмы*

*Тема 6. Явления переноса в плазме*

*Тема 7. Плазма во внешних полях*

*Тема 8. Ускорение плазмы*

*Тема 9. Волновые свойства плазмы*

*Выполнение домашнего задания, предусматривающего решение задач, выполнение упражнений, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

*Тема 1. Введение*

*Тема 2. Основные свойства плазмы*

*Тема 3. Элементарные процессы в плазме*

*Тема 4. Физическая кинетика плазмы*

*Тема 5. Статистика слабоионизованной плазмы*

*Тема 6. Явления переноса в плазме*

*Тема 7. Плазма во внешних полях*

*Тема 8. Ускорение плазмы*

*Тема 9. Волновые свойства плазмы*

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Введение	ПК-1	Решение задач
Тема 2. Основные свойства плазмы	ПК-1	Решение задач
Тема 3. Элементарные процессы в плазме	ПК-1	Решение задач
Тема 4. Физическая кинетика плазмы	ПК-1	Решение задач
Тема 5. Статистика слабоионизированной плазмы	ПК-1	Решение задач
Тема 6. Явления переноса в плазме	ПК-1	Решение задач
Тема 7. Плазма во внешних полях	ПК-1	Решение задач
Тема 8. Ускорение плазмы	ПК-1	Решение задач
Тема 9. Волновые свойства плазмы	ПК-1	Решение задач

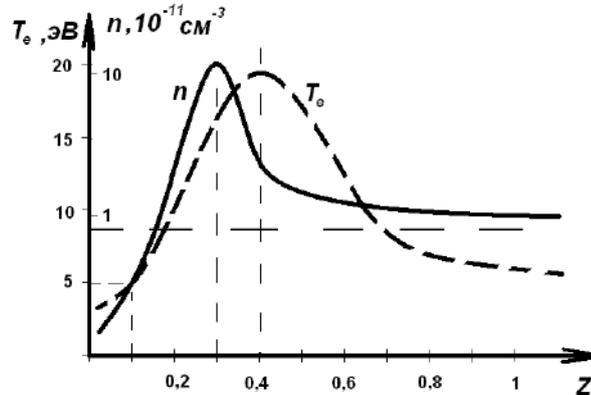
### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

**Задание 1.** Рассчитать основные характеристики плазмы различного происхождения

Тип плазмы	He-Ne лазер	Ртутно-кварцевая рубка	Хромосфера Солнца	Молния
$n_e, \text{ см}^{-3}$	$10^{11}$	$10^{14}$	$10^9$	$10^{17}$
$T_e, \text{ K}$	$3 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	$10^5$	$3 \cdot 10^4$
Характеристический размер, см	1	0,1	$10^9$	$10^2$
$r_D, \text{ м}$				

$\omega_0, \frac{\text{рад}}{\text{с}}$				
---	--	--	--	--

**Задание 2.** Пользуясь графическими данными определить изменение радиуса Дебая и плазменной частоты вдоль оси канала ускорителя с замкнутым дрейфом электронов.



**Задание 3.** Определить радиус Дебая для плазмы.  $T_e=5100\text{К}$ ,  $T_i=4800\text{К}$ ,  $P_e=0,48 \cdot 10^5 \text{ Па}$ .

**Задание 4.** Используя данные из задания 3, определить степень ионизации плазмы, считая, что полное давление равно атмосферному.

**Задание 5.** Найти радиус Дебая в плазме ксенона с  $T_e=5 \cdot 10^4 \text{ К}$ ,  $T_i=4 \cdot 10^4 \text{ К}$ , содержащей ионы ксенона  $\text{Xe}^+$  с давлением  $P_{i1}=0,36 \cdot 10^5 \text{ Па}$  и  $\text{Xe}^{++}$  с давлением  $P_{i2}=0,12 \cdot 10^5 \text{ Па}$ .

**Задание 6.** Найти распределение потенциала вблизи неподвижного заряда в спокойной плазме. Плазма состоит из электронов с температурой  $T_e$  и ионов двух сортов, заряды которых равны  $Z_{1e}$  и  $Z_{2e}$ , а температура равна  $T_i$ .

**Задание 7.** Используя условия задания 6 оценить: если  $T_e = T_i$ , будет ли в этом случае дебаевский радиус больше или меньше, чем в случае, когда  $Z_{1e} = Z_{2e} = 1$ .

**Задание 8.** Рассчитать время между упругими соударениями электрона, обладающего энергией 3эВ с частицами плазмы, состоящей из электронов ( $n_e=10^{12} \text{ см}^{-3}$ ) ионов цезия ( $n_i=10^{12} \text{ см}^{-3}$ ) и атомов цезия ( $n_a=10^{14} \text{ см}^{-3}$ ) полагая, что  $\sigma_{ee} = \sigma_{ea} = 10^{-15} \text{ см}^2$ ,  $\sigma_{ea} = 10^{-16} \text{ см}^2$ .

**Задание 9.** Рассчитать среднюю длину свободного пробега иона аргона в плазме, если  $n_e=10^{13} \text{ см}^{-3}$ ,  $n_i=10^{13} \text{ см}^{-3}$ ,  $n_a=10^{14} \text{ см}^{-3}$ ,  $\sigma_{ie} = \sigma_{ii} = 10^{-14} \text{ см}^2$ ,  $\sigma_{ia} = 10^{-15} \text{ см}^2$

**Задание 10.** В плазму ксенона, состоящую из электронов ( $n_e=10^{15} \text{ см}^{-3}$ ) ионов ( $n_i=10^{15} \text{ см}^{-3}$ ) и нейтралов ( $n_a=10^{16} \text{ см}^{-3}$ ) и имеющую температуру 9000 К в момент времени  $\tau = 0$  вводится электрон с энергией  $E=10\text{эВ}$ . Предполагая, что происходят лишь упругие взаимодействия вошедшего электрона с частицами плазмы, определить время, за которое его энергия уменьшится на 1 эВ. Частицы плазмы при этом не разогреваются  $\sigma_{ea} = 10^{-16} \tilde{n} \tilde{v}^2$ ,  $\sigma_{ee} = \sigma_{ei} = 10^{-15} \tilde{n} \tilde{v}^2$ .

**Задание 11.** В плазму аргона ( $P=10^5 \text{ Па}$ ,  $T=2,4 \cdot 10^4 \text{ К}$ , плазма полностью ионизована) влетает ион аргона с энергией 3эВ. Определить время, в течение которого скорость влетевшего иона

станет равной среднеквадратичной скорости ионов плазмы.

**Задание 12.** Полностью ионизованная плазма натрия находится в начальный момент при  $T=1$  эВ и  $P=100$  Па. В дальнейшем происходит лишь радиационная рекомбинация с захватом электронов на основной уровень. Плазма оптически тонкая (потенциал ионизации атомов натрия  $5,09$ эВ). Температура всех компонентов плазмы поддерживается постоянной. Определить: а) время в течение которого концентрация заряженных частиц уменьшится в 100 раз; б) мощность рекомбинационного излучения единицы объема в конце этого интервала времени  $\bar{\sigma}_{\text{рад}} = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ м}^2$

**Задание 13.** Сделать выбор и определить параметры испытательного оборудования для определения параметров струи двигателя с номинальным током разряда 1 А напряжением разряда 300 В.

**Задание 14.** Найти зависимость от температуры равновесной концентрации электронов для слабоионизованной плазмы, имеющей основной компонент с энергией ионизации  $I$ .

**Задание 15.** Найти зависимость степени ионизации от концентрации для стационарного состояния ионизации в оптически тонкой плазме.

**Задание 16.** Равновесная аргоновая плазма имеет температуру  $10^4$  К. При условии, что  $\sigma_{\text{AA}}=18 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$  и  $\sigma_{\text{AA}^+}=87 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$  определить: а) отношение плотности электронов к плотности атомов аргона, при котором вклад электронов в ионную теплопроводность составляет 50%; б) давление плазмы в этих условиях; в) электропроводность плазмы.

**Задание 17.** Определить вязкость и теплопроводность полностью ионизованной гелиевой плазмы, если  $Z=5 \cdot 10^4$  Па,  $T_e = T_i = 10^5$  Па

**Задание 18** Рассчитать проводимость изотермической плазмы лития при  $T=10^4$  К и давлении  $P=10^5$  Па, если  $P_e = P_i = 0,474 \cdot 10^5$  Па.

**Задание 19.** Определить проводимость изотермической плазмы цезия при  $T=6000$  К и  $P=10^5$  Па в магнитном поле с индукцией  $B=0,3$  Тл, если  $P_e = P_i = 0,41 \cdot 10^5$  Па.

**Задание 20** Найти электропроводность изотермической плазмы натрия при  $T=10^4$  К,  $Z=10^5$  Па,  $n_e = 3,5 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ . Сечение кулоновского взаимодействия принять постоянным  $\sigma_{ei} = 4 \cdot 10^{-18} \text{ м}^2$ ,  $\sigma_{ea} = 4 \cdot 10^{-18} \text{ м}^2$ .

**Задание 21.** Определить координаты электрона и его энергию в момент изменения направления движения. Электрон влетает в электрическое поле  $E_y=200$  Н/Кл под углом  $45^\circ$  к оси  $OX$  и  $OZ$  со скоростью частиц, соответствующей температуре  $T=10^4$  К.

**Задание 22.** Электрон и ион аргона движутся в скрещенных полях  $\vec{E} \perp \vec{B}$ . Определить для этих частиц радиусы циклоиды, частоту Лармора, скорость дрейфа. Если  $E=200$  Н/Кл,  $B=0,5$ Тл.

**Задание 22.** В объём, заполненный нейтральным аргонном, в котором действует электрическое поле  $E=50\text{В/м}$ , вводится электрон. Определить энергию, до которой нагреется электрон за время столкновения считая, что происходит лишь упругое соударение электронов и атомов газа.  $n_a=10^{18}\text{ см}^{-3}$ ,  $\sigma_{ea}=10^{-16}\text{ см}^2$ .

**Задание 23.** Известно, что температура электронов не превышает  $T=5000\text{К}$  и функция их распределения Максвелловская. Измерения показали, что концентрация электронов с энергией  $E_{e1} = 4\text{ эВ}$  в 2 раза больше, чем концентрация электронов с энергией  $E_{e2} = 4,1\text{ эВ}$ . Определить истинную температуру электронов.

Составление функциональной схемы системы определения параметров плазмы

### **8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**

1. Плазма в природе и технике
2. Идеальная плазма.
3. Электростатическое экранирование.
4. Плазменные колебания.
5. Скин-эффект
6. Двойной слой.
7. Электростатические зонды.
8. Транспортное сечение.
9. Скорость процесса, частота столкновений.
10. Передача энергии в упругих столкновениях.
11. Передача импульса в упругих столкновениях.
12. Рассеяние на малые углы. Применимость классической теории.
13. Типы элементарных процессов.
14. Адиабатический критерий Мессе.
15. Уравнение Больцмана. Функция распределения.
16. Уравнения состояния плазмы.
17. Плазма в магнитном поле. Магнитное давление.
18. Электрический дрейф.
19. Вмороженное магнитное поле.
20. Тепловое ускорение плазмы.
21. Ускорение плазмы электронным «ветром».
22. Условия существования в плазме электрического поля.
23. Проводимость плазмы.
24. Форма спектральной линии. Механизмы уширения спектральной линии..
25. Равновесная плазма. Распределения Больцмана, Максвелла, Саха.
26. Принцип детального равновесия. Формула Эльверта.
27. Теплопроводность плазмы с учетом внутренних степеней свободы.
28. Подвижность частиц. Соотношение Эйнштейна.
29. Амбиполярная диффузия.
30. Звуковые колебания в плазме.
31. Собственные колебания в плазме: электронная ветвь.
32. Собственные колебания в плазме: ионная ветвь.
33. Магнитогидродинамические волны в плазме.
34. Распространение электромагнитной волны в плазме.
35. Затухание плазменных волн в плазме вследствие столкновений электронов с нейтралами.
36. Взаимодействие плазменных волн с электронами.

37. Пучковая неустойчивость.
38. Бунемановская неустойчивость.
39. Гидродинамические неустойчивости.
40. Модуляционная неустойчивость. Солитоны.

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

#### 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

##### Основная литература

1. Введение в ракетно-космическую технику : в двух томах. Том 1. Общие сведения. Космодромы. Наземные средства контроля и управления ракетами и космическими аппаратами. Ракеты : учебное пособие / А. П. Аверьянов, Л. Г. Азаренко, Г. Г. Вокин [и

др.] ; под. общ. ред. Г. Г. Вокина. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 380 с. - ISBN 978-5-9729-0683-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1832028>

#### **Дополнительная литература**

1. Морозов, А. И. Введение в плазмодинамику/ А. И. Морозов. - 2-е изд., испр. и доп.. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 613 с.: НА(1)
2. Гоц А. Н. Динамика двигателей. Курсовое проектирование: учеб. пособие для вузов/ А.Н. Гоц. - 2-е изд., испр. и доп.. - Москва: Форум; Москва: Инфра-М, 2015. – 156 с. ч.з.N10(1)
3. Габович М.Д. Физика и техника плазменных источников ионов. – М.: Атомиздат, 1972. – 304 с. НА(1)
4. ОКБ "Факел". Филиал ОКБ "Заря". Филиал института двигателей. Предприятие п/я 3740. Калининградское отделение лаборатории двигателей АН СССР : [к 50-летию предприятия, 1955-2005]/ [Б. А. Архипова [и др.] ; сост. А. Н. Нестеренко ; под ред. В. М. Мурашко]. - Калининград: ИП Мишуткина И. В., 2005. – 238 с.: НА(1)
5. Электрореактивные системы ОКБ "Факел": сб. докл. и ст./ Федер. косм. агентство, ФГУП "Факел"; [под ред. В. М. Мурашко]. - Калининград: Калинингр. Правда, 2010. - 329 с.: ч.з.N3(1)

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;

- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской. Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

### **1. Наименование дисциплины:** «Термокаталитический двигатель малой тяги».

#### **Цель дисциплины**

Дать студентам знания и навыки, необходимые для понимания принципов работы, проектирования, эксплуатации и ремонта термокаталитических двигателей малой тяги.

### **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
------------------------------	---	-----------------------------------

<p><i>ПК-1</i></p> <p><i>Способен читать и разрабатывать конструкторскую документацию, а также 3D-модели конструкций образцов изделий с характеристиками, указанными в техническом задании, с учетом требований технологичности.</i></p>	<p><i>ПК-1.1</i></p> <p><i>Разрабатывает конструкторскую документацию с применением инженерных знаний и с учетом рационального использования ресурсов.</i></p> <p><i>ПК-1.2</i> <i>Умеет работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, строить на их основе модели в САЕ-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.</i></p>	<p><b>Знать:</b> необходимое оборудование для проектирования разработки, изготовления и испытаний термokatалитического двигателя малой тяги</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять разработку технической документации на термokatалитические двигатели малой тяги</p> <p><b>Владеть:</b> основными приёмами эксплуатации технические средств для проектирования и разработки технической документации на термokatалитические двигатели малой тяги</p>
<p><i>ПК-2</i></p> <p><i>Способен читать комплекты конструкторской документации и разрабатывать на их основе технологическую документацию с учётом возможности их выполнения на существующем на предприятии оборудовании.</i></p>	<p><i>ПК-2.1</i> <i>Умеет работать с конструкторской документацией, а также с 3D-моделями конструкций образцов изделий с учетом требований технологичности.</i></p> <p><i>ПК-2.2</i></p> <p><i>Демонстрирует знания свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.</i></p> <p><i>ПК-2.3</i></p> <p><i>Демонстрирует навыки проведения испытаний для подтверждения свойств материалов.</i></p>	<p><b>Знать:</b> принципы проектирования основных функциональных узлов термokatалитического двигателя малой тяги.</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять разработку технической документации на детали и сборочные единицы термokatалитических двигателей малой тяги при помощи информационных технологий</p> <p><b>Владеть:</b> основными приёмами разработки технической документации, навыками технико-экономического обоснования новых проектов.</p>
<p><i>ПК-3</i></p> <p><i>Способен составлять программы испытаний разрабатываемых изделий, разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на необходимую для проведения испытаний оснастку.</i></p>	<p><i>ПК-3.1</i> <i>Умеет работать с конструкторской и технологической документацией при проведении испытаний.</i></p> <p><i>ПК-3.2</i></p> <p><i>Демонстрирует умения в работе со специальным оборудованием.</i></p>	<p><b>Знать:</b> теорию рабочего процесса в термokatалитическом двигателе малой тяги</p> <p><b>Уметь:</b> применять физические законы при проектировании и расчете термokatалитического двигателя малой тяги</p> <p><b>Владеть:</b> основными приёмами проектирования и расчета термokatалитических двигателей малой тяги.</p>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Термокаталитический двигатель малой тяги» представляет собой дисциплину Б1.В.02.08.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Введение в гидрогазодинамику	<i>Основные термины и определения в гидрогазодинамике. Понятие среды и ее течения. Уравнения неразрывности для различных сред. Особенности и отличия течения жидких и газовых сред. Уравнения Бернулли, Торричелли. Уравнение Пуазейля Основные уравнения течения в трубах постоянного и переменного диаметров. Сопло Лавалья. Особенности течения среды через сопло Лавалья.</i>
	Тема 2. Виды, характеристики и свойства ракетных топлив	<i>Уравнение Циолковского для реактивного движения. Понятие</i>

		<p><i>топлива. Понятие экзотермических и эндотермических реакций. Основные виды применяемых ракетных топлив (гидразин, перекись водорода, несимметричный диметилгидразин с азотной кислотой, керосин и кислород, водород и кислород, экологически безопасные монотоплива). Химические реакции, протекающие в процессе разложение и горения ракетных топлив. Понятие о катализаторах и каталитической активности.</i></p>
	<p><i>Тема 3. Жидкостные ракетные двигатели малой тяги и термокаталитический двигатель малой тяги</i></p>	<p><i>Понятия о жидкостных ракетных двигателях малой тяги, принятых в рамках государственных стандартов. Основные классификации жидкостных ракетных двигателей малой тяги по применяемому рабочему телу и типу применения. Основные конструкции жидкостных ракетных двигателей малой тяги. Конструкция термокаталитического двигателя малой тяги. Основные отличия термокаталитического двигателя малой тяги от других жидкостных ракетных двигателей. Введение в типовую конструкцию термокаталитического двигателя малой тяги.</i></p>
	<p><i>Тема 4. Основы проектирования термокаталитических двигателей малой тяги</i></p>	<p><i>Основные требования при проектировании термокаталитических двигателей малой тяги. Исходные данные при проектировании двигателя. Проектирование сверхзвукового сопла Лавалья, корпуса камеры разложения, каталитического пакета, узла впрыска со струйной или центробежной форсункой, электрического нагревателя камеры. Проектирование общей конструкции силовой и механической конструкции двигателя.</i></p> <p><i>Введение в пакеты прикладных программ для расчёта конструкции двигателя. Выполнение расчётов по определению собственных резонансных частот конструкции, стойкости к механическим воздействиям, определения температурного поля двигателя на</i></p>

		режимах подготовки и функционирования.
	Тема 5. Испытания термокаталитических двигателей малой тяги	<p>Основные процессы, протекающие в камерах жидкостных ракетных двигателей малой тяги. Введение в физику разложения и горения. Особенности горения ракетных топлив внутри камер сгорания. Основные параметры и характеристики при функционировании жидкостных ракетных двигателей малой тяги. Виды неустойчивостей горения в камерах сгорания.</p> <p>Введение в испытания термокаталитических двигателей малой тяги: описание стендового оборудования, видов и типов испытаний. Основные регистрируемые параметры в процессе испытания двигателей. Анализ результатов испытаний термокаталитических двигателей малой тяги.</p>
	Тема 6. Типы двигательных установок на основе жидкостных ракетных двигателей малой тяги	<p>Определение двигательной установки на основе жидкостных ракетных двигателей малой тяги. Основные типы двигательных установок на основе жидкостных ракетных двигателей малой тяги. Конструкция двигательной установки на основе термокаталитических двигателей малой тяги. Типы баков хранения и подачи рабочего тела. Основы проектирования двигательной установки на основе термокаталитических двигателей малой тяги. Проектирование пневмогидравлической схемы двигательной установки.</p>
	Тема 7 Перспективные термокаталитические двигатели малой тяги на основе экологически безопасных монотоплив.	<p>Понятие экологически безопасных монотоплив на основе ионных жидкостей. Физико-химические особенности экологически безопасных монотоплив. Особенности разложения и горения экологически безопасных монотоплив.</p> <p>Термокаталитические двигатели малой тяги на экологически безопасных монотопливах. Сравнения и отличия конструкции термокаталитических</p>

		<p><i>двигателей на экологически безопасных монотопливах с существующими гидразиновыми двигателями.</i></p> <p><i>Испытания терموкаталитических двигателей малой тяги на экологически безопасном монотопливе.</i></p>
--	--	---

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

*Тема 1. Введение в гидрогазодинамику*

*Тема 2. Виды, характеристики и свойства ракетных топлив*

*Тема 4. Основы проектирования терموкаталитических двигателей малой тяги*

*Тема 5. Испытания терموкаталитических двигателей малой тяги*

*Тема 6. Типы двигательных установок на основе жидкостных ракетных двигателей малой тяги*

*Тема 7. Проектирование модели термокаталитического двигателя малой тяги и проекта двигательной установки по исходным данным*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*Тема 1. Введение в гидрогазодинамику*

*Тема 2. Виды, характеристики и свойства ракетных топлив*

*Тема 4. Основы проектирования термокаталитических двигателей малой тяги*

*Тема 5. Испытания термокаталитических двигателей малой тяги*

*Тема 6. Типы двигательных установок на основе жидкостных ракетных двигателей малой тяги*

*Тема 7. Проектирование модели термокаталитического двигателя малой тяги и проекта двигательной установки по исходным данным*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

*Тема 1. Введение в гидрогазодинамику*

*Тема 2. Виды, характеристики и свойства ракетных топлив*

*Тема 4. Основы проектирования термокаталитических двигателей малой тяги*

*Тема 5. Испытания термокаталитических двигателей малой тяги*

*Тема 6. Типы двигательных установок на основе жидкостных ракетных двигателей малой тяги*

*Тема 7. Проектирование модели термокаталитического двигателя малой тяги и проекта двигательной установки по исходным данным*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

*Тема 1. Введение в гидрогазодинамику*

*Тема 2. Виды, характеристики и свойства ракетных топлив*

*Тема 4. Основы проектирования термокаталитических двигателей малой тяги*

Тема 5. Испытания термokatалитических двигателей малой тяги

Тема 6. Типы двигательных установок на основе жидкостных ракетных двигателей малой тяги

Тема 7. Проектирование модели термokatалитического двигателя малой тяги и проекта двигательной установки по исходным данным

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных

работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1. Введение в гидрогазодинамику</i>	<i>ПК-1; ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 2. Виды, характеристики и свойства ракетных топлив</i>	<i>ПК-1; ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 4. Основы проектирования термokatалитических двигателей малой тяги</i>	<i>ПК-1; ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 5. Испытания термokatалитических двигателей малой тяги</i>	<i>ПК-1; ПК-2;</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 6. Типы двигательных установок на основе жидкостных ракетных двигателей малой тяги</i>	<i>ПК-1; ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 7. Проектирование модели термokatалитического двигателя малой тяги и проекта двигательной установки по исходным данным</i>	<i>ПК-1; ПК-2;</i>	<i>Опрос</i>

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

- 1. Что такое термokatалитический двигатель и какие принципы лежат в его основе?*
- 2. Какие основные элементы входят в состав термokatалитического двигателя?*
- 3. Как происходит процесс горения топлива в термokatалитическом двигателе?*
- 4. Какие факторы влияют на эффективность работы термokatалитического двигателя?*

5. В чём заключается принцип действия термокаталитических двигателей малой тяги?
6. Какие типы термокаталитических двигателей малой тяги существуют и чем они отличаются друг от друга?
7. Какие материалы используются для изготовления термокаталитических камер сгорания?
8. Какие методы используются для повышения эффективности работы термокаталитических двигателей?
9. Какие параметры необходимо учитывать при проектировании термокаталитического двигателя малой тяги?
10. Какие требования предъявляются к топливу, используемому в термокаталитическом двигателе малой тяги?
11. Какие виды окислителей могут использоваться в термокаталитическом двигателе малой тяги и каковы их преимущества и недостатки?
12. Как осуществляется управление работой термокаталитического двигателя малой тяги?
13. Какие системы безопасности предусмотрены в конструкции термокаталитического двигателя малой тяги?

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

70. Какие меры предпринимаются для снижения уровня шума и вибрации при работе термокаталитического двигателя малой тяги?
71. Какие способы охлаждения используются в термокаталитических двигателях малой тяги?
72. Как проводится диагностика и обслуживание термокаталитического двигателя малой тяги?
73. Каковы перспективы развития термокаталитических двигателей малой тяги в космической технике?
74. В чём заключаются особенности конструкции и работы термокаталитического газогенератора?
75. Как рассчитать расход топлива и окислителя в термокаталитическом двигателе малой тяги?
76. Какие методы контроля и диагностики используются для определения состояния термокаталитической камеры сгорания?
77. Как обеспечить надёжную работу термокаталитического двигателя в условиях космического пространства?
78. В чём состоит отличие термокаталитического процесса горения от других видов горения?
79. Какие преимущества даёт использование термокаталитического катализатора в двигателе?
80. Как влияет температура и давление на процесс термокаталитического горения?
81. Какие проблемы возникают при эксплуатации термокаталитических двигателей и как их можно решить?
82. В чём состоят особенности проектирования термокаталитических двигателей для космических аппаратов?

### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования)	Пятибалльная шкала (академиче	Двухбалльная	БРС, % освоения
--------	--------------------------------	---	-------------------------------	--------------	-----------------

		компетенции, критерии оценки (сформированности)	ская) оценка	шкала, зачет	(рейтинговая оценка)
Повышенны й	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

### Основная литература

1. Введение в ракетно-космическую технику : в двух томах. Том 2. Космические аппараты и их системы. Проектирование и перспективы развития ракетно-космических систем : учебное пособие / А. П. Аверьянов, Л. Г. Азаренко, Г. Г. Воикин [и др.] ; под. общ. ред. Г. Г. Вокина. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 444 с. - ISBN 978-5-9729-0684-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1832030>

### Дополнительная литература

2. Жолтаева Ж. Е. Анализ и выбор двигателей малой тяги для космических аппаратов серии «КУБСАТ» //Научно-практические исследования. – 2021. – №. 5-7. – С. 29-32.
3. Вертаков Н. М. ДВУХКАМЕРНЫЙ РАКЕТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ МАЛОЙ ТЯГИ. – 2019.
4. Гоза Д. А. Разработка и исследование лабораторной модели термokatалитического двигателя малой тяги на экологически чистом монотопливе //Вестник Московского авиационного института. – 2017. – Т. 24. – №. 3. – С. 34-42.

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

### 1. Наименование дисциплины: «Испытания и надежность ЭРД».

#### Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины «Испытания и надёжность электроракетных двигателей» (ЭРД) — дать студентам знания и навыки, необходимые для понимания принципов работы, проектирования, испытаний и обеспечения надёжности электроракетных двигателей.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p><i>ПК-3</i></p> <p><i>Способен составлять программы испытаний разрабатываемых изделий, разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на необходимую для проведения испытаний оснастку.</i></p>	<p><i>ПК-3.1 Умеет работать с конструкторской и технологической документацией при проведении испытаний.</i></p> <p><i>ПК-3.2 Демонстрирует умения в работе со специальным оборудованием.</i></p>	<p><b>Знать:</b> основные понятия и принципы надёжности ЭРД, методы расчёта надёжности, конструкции и материалы, используемые в ЭРД-строении, основы теории надёжности технических систем;</p> <p><b>Уметь:</b> применять полученные знания для решения практических задач, связанных с проектированием, испытаниями и эксплуатацией ЭРД;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками анализа надёжности ЭРД, методами расчёта надёжности, основами теории надёжности технических систем.</p>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Испытания и надежность ЭРД» представляет собой дисциплину Б1.В.02.09.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной

аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

## 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	1. Основы теории надёжности	<i>Введение в теорию надёжности: основные понятия и определения, показатели надёжности, законы распределения отказов. Расчёт показателей надёжности технических систем: вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, среднее время наработки на отказ.</i>
2	2. Испытания электроракетных двигателей (ЭРД)	<i>Виды испытаний ЭРД: квалификационные, приёмосдаточные, периодические, типовые. Методы испытаний ЭРД: стендовые, лётные, автономные испытания узлов и агрегатов. Оборудование для проведения испытаний ЭРД.</i>
3	3. Надёжность ЭРД	<i>Факторы, влияющие на надёжность ЭРД: конструкция, материалы, технология изготовления, условия эксплуатации. Анализ надёжности ЭРД: расчёт показателей надёжности, оценка вероятности отказа, определение причин отказов.</i>
4	4. Обеспечение надёжности ЭРД при проектировании	<i>Принципы обеспечения надёжности ЭРД на этапе проектирования:</i>

		резервирование, дублирование, контроль качества. Моделирование надёжности ЭРД с использованием методов теории вероятностей и математической статистики.
5	5. Методы повышения надёжности ЭРД в процессе производства	Контроль качества материалов и комплектующих изделий. Автоматизация технологических процессов. Внедрение системы управления качеством продукции.
6	6. Эксплуатация и обслуживание ЭРД	Правила эксплуатации ЭРД: соблюдение режимов работы, своевременное техническое обслуживание, проведение регламентных работ. Диагностика состояния ЭРД: контроль параметров, выявление неисправностей, прогнозирование остаточного ресурса.
7	7. Ремонт и восстановление ЭРД	Организация ремонта ЭРД: подготовка документации, подбор запасных частей, выполнение ремонтных операций. Восстановление работоспособности ЭРД после отказа: замена деталей, регулировка, настройка.

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

1. Основы теории надёжности
2. Испытания электроракетных двигателей (ЭРД)
3. Надёжность ЭРД
4. Обеспечение надёжности ЭРД при проектировании
5. Методы повышения надёжности ЭРД в процессе производства
6. Эксплуатация и обслуживание ЭРД
7. Ремонт и восстановление ЭРД

Рекомендуемая тематика практических занятий:

1. Основы теории надёжности
2. Испытания электроракетных двигателей (ЭРД)
3. Надёжность ЭРД
4. Обеспечение надёжности ЭРД при проектировании
5. Методы повышения надёжности ЭРД в процессе производства
6. Эксплуатация и обслуживание ЭРД

## *7. Ремонт и восстановление ЭРД*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

- 1. Основы теории надёжности*
- 2. Испытания электроракетных двигателей (ЭРД)*
- 3. Надёжность ЭРД*
- 4. Обеспечение надёжности ЭРД при проектировании*
- 5. Методы повышения надёжности ЭРД в процессе производства*
- 6. Эксплуатация и обслуживание ЭРД*
- 7. Ремонт и восстановление ЭРД*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

- 1. Основы теории надёжности*
- 2. Испытания электроракетных двигателей (ЭРД)*
- 3. Надёжность ЭРД*
- 4. Обеспечение надёжности ЭРД при проектировании*
- 5. Методы повышения надёжности ЭРД в процессе производства*
- 6. Эксплуатация и обслуживание ЭРД*
- 7. Ремонт и восстановление ЭРД*

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
1. Основы теории надёжности	ПК-3	Опрос
2. Испытания электроракетных двигателей (ЭРД)	ПК-3	Опрос
3. Надёжность ЭРД	ПК-3	Опрос
4. Обеспечение надёжности ЭРД при проектировании	ПК-3	Опрос
5. Методы повышения надёжности ЭРД в процессе производства	ПК-3	Опрос

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
6. Эксплуатация и обслуживание ЭРД	ПК-3	Опрос
7. Ремонт и восстановление ЭРД	ПК-3	Опрос

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

1. Что такое надёжность и какие основные показатели её характеризуют?
2. Какие законы распределения отказов существуют и в чём их отличие?
3. Как рассчитать вероятность безотказной работы технической системы?
4. Что такое интенсивность отказов и как она связана с вероятностью безотказной работы?
5. Какое среднее время наработки на отказ и что оно характеризует?
6. В чём заключается разница между внезапными и постепенными отказами?
7. Какие факторы влияют на надёжность технических систем?
8. Что такое резервирование и для чего оно используется?
9. Что такое дублирование и чем оно отличается от резервирования?
10. Какие методы контроля качества используются при проектировании технических систем?

## 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Какие виды испытаний ЭРД существуют и для чего они проводятся?
2. Что такое стендовые испытания ЭРД и какое оборудование для них используется?
3. Что такое лётные испытания ЭРД и какие требования к ним предъявляются?
4. Какие автономные испытания узлов и агрегатов ЭРД проводятся и зачем они нужны?
5. Какие параметры ЭРД измеряются при проведении испытаний?
6. Что такое квалификационные испытания ЭРД и когда они проводятся?
7. Что такое приёмо-сдаточные испытания ЭРД, и кто их проводит?
8. Для чего проводятся периодические испытания ЭРД?
9. Чем отличаются типовые испытания ЭРД от других видов испытаний?
10. Какие особенности проведения испытаний ЭРД в условиях космического пространства?
11. Какие факторы влияют на надёжность ЭРД и как их можно учесть при проектировании?
12. Как проводится анализ надёжности ЭРД и какие показатели при этом используются?
13. Что такое вероятность отказа ЭРД и как её можно оценить?
14. Как определить причины отказов ЭРД и что можно сделать для их устранения?
15. Какие меры принимаются для повышения надёжности ЭРД при разработке?
16. Как влияет конструкция ЭРД на его надёжность?
17. Какую роль играют материалы, используемые в ЭРД, в обеспечении его надёжности?
18. Как технология изготовления ЭРД влияет на его надёжность?
19. Какие условия эксплуатации ЭРД могут привести к снижению его надёжности?

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

#### 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

##### Основная литература

1. Испытания на надежность технических систем : учебное пособие / Н. А. Ветрова, А. Г. Гудков, С. А. Козубняк [и др.]. - Москва : Издательство МГТУ им. Баумана, 2015. - 84, [4] с. : ил. - ISBN 978-5-7038-4214-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2076848>

#### **Дополнительная литература**

2. Белогуров А. И. и др. СПОСОБ ИСПЫТАНИЯ ЭРД И СТЕНД ДЛЯ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ. – 2015.
3. Важенин Н. и др. Электрические ракетные двигатели космических аппаратов и их влияние на радиосистемы космической связи. – Litres, 2022.
4. СИНЯВСКИЙ В. В. КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ //КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ Учредители: Ракетно-космическая корпорация " Энергия" им. СП Королева. – №. 4. – С. 58-93.

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## 1. Наименование дисциплины: «Сопротивление материалов».

### Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины «Сопротивление материалов» — дать студентам знания и навыки, необходимые для понимания принципов работы конструкций и механизмов, расчёта их прочности, жёсткости и устойчивости под воздействием различных нагрузок.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p><i>ПК-2</i></p> <p>Способен читать комплекты конструкторской документации и разрабатывать на их основе технологическую документацию с учётом возможности их выполнения на существующем на предприятии оборудовании.</p>	<p><i>ПК-2.1 Умеет работать с конструкторской документацией, а также с 3D-моделями конструкций образцов изделий с учетом требований технологичности.</i></p> <p><i>ПК-2.2 Демонстрирует знания свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.</i></p> <p><i>ПК-2.3 Демонстрирует навыки проведения испытаний для подтверждения свойств материалов.</i></p>	<p><b>знать:</b> основные положения и допущения сопротивления материалов; геометрические характеристики плоских сечений; особенности расчета прочности материалов при циклически меняющихся напряжениях;</p> <p><b>уметь:</b> проводить расчеты машиностроительных конструкций на прочность и жесткость при кручении, изгибе, растяжении-сжатии; рассчитывать стержневые конструкции;</p> <p><b>владеть:</b> методиками оценки прочности машиностроительных конструкций при растяжении-сжатии, кручении, изгибе;</p>
<p><i>ПК-3</i></p> <p>Способен составлять программы испытаний разрабатываемых изделий,</p>	<p><i>ПК-3.1 Умеет работать с конструкторской и технологической документацией при проведении испытаний.</i></p>	<p><b>Знать:</b> основные понятия и законы сопротивления материалов, методы расчёта на прочность, жёсткость и устойчивость, свойства конструкционных материалов;</p> <p><b>Уметь:</b> уметь применять полученные знания для решения</p>

<i>разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на необходимую для проведения испытаний оснастку.</i>	<i>ПК-3.2 Демонстрирует умения в работе со специальным оборудованием.</i>	практических задач, связанных с проектированием и эксплуатацией конструкций; <b>Владеть:</b> навыками анализа напряжённо-деформированного состояния, методами расчёта на прочность, жёсткость и устойчивость.
---	---	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Производственный персонал предприятий отрасли» представляет собой дисциплину Б1.В.02.10.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Основные положения. Растяжение и сжатие.</i>	<i>Основные задачи сопротивления материалов. Ограничения и принципы, принятые в курсе. Сущность метода сечений. Понятие о внутренних силовых факторах в</i>

		<p>сечении стержня. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях при растяжении и сжатии. Эпюры продольных сил. Эпюры нормальных напряжений. Закон Гука. Диаграммы растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов. Механические характеристики материалов. Напряжения расчетные, предельные и допускаемые. Коэффициент запаса прочности. Условие прочности.</p>
2	Геометрические характеристики плоских сечений.	<p>Статические моменты сечений. Осевые, центробежные и полярные моменты инерции. Главные оси и главные центральные моменты инерции. Осевые моменты инерции простейших сечений. Определение главных центральных моментов инерции составных сечений.</p>
3	Кручение.	<p>Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига. Внутренние силовые факторы при кручении. Эпюры крутящих моментов. Кручение бруса круглого поперечного сечения. Основные гипотезы. Напряжение в поперечном сечении. Угол закручивания. Расчеты на прочность и жесткость при кручении.</p>
4	Изгиб.	<p>Основные понятия и определения. Классификация видов изгиба. Внутренние силовые факторы при прямом изгибе. Дифференциальная зависимость между поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки и изгибающим моментом. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Зависимость между изгибающим моментом и кривизной оси бруса. Жесткость сечения при изгибе. Расчеты на прочность при изгибе. Рациональные формы поперечных сечений балок из пластичных и хрупких материалов. Понятие о касательных напряжениях при прямом поперечном изгибе.</p>
5	Сложное сопротивление.	<p>Виды напряженных состояний. Назначение гипотез прочности. Расчет бруса круглого поперечного</p>

		<i>сечения при сочетании основных деформаций.</i>
6	<i>Прочность материалов при циклически меняющихся напряжениях.</i>	<i>Усталостное разрушение материала. Характеристики циклов напряжений. Предел выносливости. Факторы, влияющие на усталостную прочность материала.</i>
7	<i>Устойчивость сжатых стержней</i>	<i>Критическая сила и критическое напряжение. Формула Эйлера для определения критической силы. Пределы применимости формулы Эйлера. Практические расчёты на устойчивость.</i>
8	<i>Динамическое действие нагрузок</i>	<i>Ударная нагрузка и её воздействие на элементы конструкций. Динамический коэффициент и его определение. Расчёты при ударном нагружении.</i>
9	<i>Основы безмоментной теории тонких осесимметрично нагруженных оболочек вращения</i>	<i>Основные геометрические понятия. Исходные предпосылки. Виды напряженных состояний оболочек. Усилия в оболочке по безмоментной теории.</i>
10	<i>Основы теории упругости</i>	<i>Задача теории упругости. Плоская задача и ее разновидности. Уравнения плоской задачи теории упругости в декартовых координатах. Статические уравнения. Уравнения равновесия. Граничные условия для напряжений. Геометрические соотношения. Зависимость деформаций от перемещений. Геометрические граничные условия. Физические зависимости. Плоское напряженное состояние. Плоская деформация. Решение плоской задачи теории упругости в перемещениях.</i>
11	<i>Понятие о численных методах решения уравнений теории упругости</i>	<i>Методы аппроксимирующих функций. Метод коллокаций. Метод наилучшего квадратичного приближения. Метод ортогонализации. Метод конечных разностей. Конечно-разностные представления производных функции одной переменной. Конечно-разностные представления производных функции двух переменных.</i>
12	<i>Основы технической теории изгибаемых пластин</i>	<i>Методы расчёта пластин на изгиб: дифференциальное уравнение</i>

		<p><i>изогнутой поверхности пластины, граничные условия, решение уравнения.</i></p> <p><i>Расчёты пластин на прочность и жёсткость при изгибе: определение внутренних силовых факторов, построение эпюр, расчёты на прочность по нормальным и касательным напряжениям, расчёты прогибов и углов поворота.</i></p> <p><i>Разрешающие уравнения в декартовых координатах.</i></p> <p><i>Статические уравнения.</i></p> <p><i>Геометрические соотношения.</i></p> <p><i>Физические зависимости</i></p> <p><i>Преобразования системы уравнений.</i></p> <p><i>Расчетные формулы. Граничные условия. Защемленный край.</i></p> <p><i>Шарнирно опертый край.</i></p> <p><i>Свободный край. Расчет прямоугольных шарнирно опертых пластин в двойных тригонометрических рядах.</i></p>
--	--	--

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

1. *Основные положения. Растяжение и сжатие.*
2. *Геометрические характеристики плоских сечений.*
3. *Кручение.*
4. *Изгиб.*
5. *Сложное сопротивление.*
6. *Прочность материалов при циклически меняющихся напряжениях.*
7. *Устойчивость сжатых стержней*
8. *Динамическое действие нагрузок*
9. *Основы безмоментной теории тонких осесимметрично нагруженных оболочек вращения*
10. *Основы теории упругости*
11. *Понятие о численных методах решения уравнений теории упругости*
12. *Основы технической теории изгибаемых пластин*

Рекомендуемая тематика практических занятий:

1. *Основные положения. Растяжение и сжатие.*
2. *Геометрические характеристики плоских сечений.*
3. *Кручение.*
4. *Изгиб.*
5. *Сложное сопротивление.*
6. *Прочность материалов при циклически меняющихся напряжениях.*
7. *Устойчивость сжатых стержней*

8. *Динамическое действие нагрузок*
9. *Основы безмоментной теории тонких осесимметрично нагруженных оболочек вращения*
10. *Основы теории упругости*
11. *Понятие о численных методах решения уравнений теории упругости*
12. *Основы технической теории изгибаемых пластин*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

1. *Основные положения. Растяжение и сжатие.*
2. *Геометрические характеристики плоских сечений.*
3. *Кручение.*
4. *Изгиб.*
5. *Сложное сопротивление.*
6. *Прочность материалов при циклически меняющихся напряжениях.*
7. *Устойчивость сжатых стержней*
8. *Динамическое действие нагрузок*
9. *Основы безмоментной теории тонких осесимметрично нагруженных оболочек вращения*
10. *Основы теории упругости*
11. *Понятие о численных методах решения уравнений теории упругости*
12. *Основы технической теории изгибаемых пластин*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

1. *Основные положения. Растяжение и сжатие.*
2. *Геометрические характеристики плоских сечений.*
3. *Кручение.*
4. *Изгиб.*
5. *Сложное сопротивление.*
6. *Прочность материалов при циклически меняющихся напряжениях.*
7. *Устойчивость сжатых стержней*
8. *Динамическое действие нагрузок*
9. *Основы безмоментной теории тонких осесимметрично нагруженных оболочек вращения*
10. *Основы теории упругости*
11. *Понятие о численных методах решения уравнений теории упругости*
12. *Основы технической теории изгибаемых пластин*

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации

преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## **8. Фонд оценочных средств**

### **8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины**

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Основные положения. Растяжение и сжатие.</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Геометрические характеристики плоских сечений.</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Кручение.</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Изгиб.</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Сложное сопротивление.</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Прочность материалов при циклически меняющихся напряжениях.</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Устойчивость сжатых стержней</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Динамическое действие нагрузок</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Основы безмоментной теории тонких осесимметрично нагруженных оболочек вращения</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Основы теории упругости</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Понятие о численных методах решения уравнений теории упругости</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Основы технической теории изгибаемых пластин</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>

## **8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля**

1. Основные понятия и определения сопротивления материалов.
2. Расчёт на прочность при растяжении и сжатии.
3. Геометрические характеристики плоских сечений.
4. Расчёты на кручение валов круглого поперечного сечения.
5. Изгиб балок: определение внутренних силовых факторов.
6. Расчёты балок на прочность и жёсткость при изгибе.
7. Косой изгиб, внецентренное растяжение-сжатие, изгиб с кручением.
8. Определение критической силы для сжатых стержней.
9. Динамический коэффициент и его определение.
10. Расчёты при ударном нагружении.
11. Расчёт статически неопределимых систем при растяжении-сжатии.
12. Расчёты элементов конструкций на сложное сопротивление.
13. Расчёты прочности материалов при циклически меняющихся напряжениях.
14. Пределы применимости формулы Эйлера для определения критической силы.
15. Практические расчёты на устойчивость сжатых стержней.
16. Продольный изгиб: определение критической силы и критического напряжения.
17. Расчёты на прочность при косом изгибе и внецентренном растяжении-сжатии.

18. Расчёты динамических нагрузок: ударное нагружение и колебания.
19. Расчёты статически определимых и неопределимых балок при изгибе.
20. Расчёты на прочность и устойчивость при сложном сопротивлении.

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

83. Что такое прочность, жёсткость и устойчивость в сопротивлении материалов?
84. Какие основные задачи решает сопротивление материалов?
85. Как классифицируются нагрузки в сопротивлении материалов?
86. Какие элементы конструкций рассматриваются в сопротивлении материалов?
87. Что такое продольная сила и как она определяется при растяжении-сжатии?
88. Что такое напряжение и как оно определяется при растяжении-сжатии?
89. Какие виды деформаций возникают при растяжении-сжатии и как они определяются?
90. Какие условия прочности и жёсткости выполняются при растяжении-сжатии?
91. Что такое геометрические характеристики плоских сечений и для чего они используются?
92. Как определяются моменты инерции и моменты сопротивления для различных форм поперечных сечений?
93. Что такое кручение и какие внутренние силовые факторы возникают при кручении?
94. Как определяется крутящий момент и угол закручивания при кручении вала?
95. Какие условия прочности и жёсткости выполняются при кручении валов?
96. Что такое изгиб и какие виды изгиба бывают?
97. Как определяются внутренние силовые факторы при изгибе балок?
98. Как строится эпюра изгибающих моментов и поперечных сил при изгибе?
99. Как выполняется расчёт балок на прочность при изгибе?
100. Что такое сложное сопротивление и какие его виды бывают?
101. Как определяются внутренние силовые факторы и строятся эпюры при косом изгибе, внецентренном растяжении-сжатии, изгибе с кручением?
102. Как выполняются расчёты элементов конструкций на сложное сопротивление?
103. Что такое усталость материалов и что такое предел выносливости?
104. Как рассчитываются детали машин на прочность при переменных напряжениях?
105. Что такое критическая сила и критическое напряжение при потере устойчивости сжатых стержней?
106. Как определяется критическая сила по формуле Эйлера и когда она применима?
107. Какие практические расчёты выполняются при проверке устойчивости сжатых стержней?
108. Что такое динамическое действие нагрузок и какие его виды бывают?
109. Что такое ударная нагрузка и как определяется динамический коэффициент?
110. Как выполняются расчёты при ударном нагружении?

### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии)	Пятибалльная шкала (академическая)	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинг)
--------	--------------------------------	---	------------------------------------	---------------------------	---------------------------

		оценки сформированности)	ская) оценка		говая оценка)
Повышенны й	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий</i>	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения</i>	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

### 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

#### Основная литература

1. Схиртладзе, А. Г. Сопротивление материалов: учебник: В 2 ч. Ч. 1 / А.Г. Схиртладзе, А.В. Чеканин, В.В. Волков. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2019. - 272 с. - ISBN 978-5-906923-65-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1945299>
2. Кравченко, А. М. Сопротивление материалов. Практикум : учебное пособие / А. М. Кравченко. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 136 с. - ISBN 978-5-9729-1469-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2099116>

3. Межецкий, Г. Д. Сопротивление материалов : учебник / Г. Д. Межецкий, Г. Г. Загребин, Н. Н. Решетник ; под общ. ред. Г. Д. Межецкого, Г. Г. Загребина. — 5-е изд. — Москва : Дашков и К, 2016. — 432 с. - ISBN 978-5-394-02628-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/414836>

#### **Дополнительная литература**

4. Феодосьев В. И. Сопротивление материалов. – 2021.

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

### Программа итоговой аттестации по модулю

Определение результатов освоения модуля на основе вычисления оценки по каждому элементу модуля.

Оценка по модулю рассчитывается по формуле:

$$R_j^{\text{мод}} = \frac{k_1 R_1 + k_2 R_2 + k_3 R_3 + \dots + k_n R_n + k_{\text{пр}} R_{\text{пр}} + R_{\text{кур}}}{k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_{\text{пр}}}$$

Где:

$R_j^{\text{мод}}$  – оценка по модулю

$k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  – зачетные единицы дисциплин, входящих в модуль

$k_{\text{пр}}$  – зачетные единицы по практике

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  – оценки по дисциплинам модуля

$R_{\text{пр}}$  – оценка по практике

$R_{\text{кур}}$  – оценка по курсовой работе

В случае, если по дисциплине предусмотрен зачет без оценки, то за оценку по дисциплине принимается «5».

В случае, если по модулю применяется балльно-рейтинговая система, то

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  – рейтинговые баллы студента по дисциплинам модуля

$R_{\text{пр}}$  – рейтинговые баллы студента по практике

$R_{\text{кур}}$  – рейтинговые баллы студента по курсовой работе

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»  
ОНК «Институт высоких технологий»  
Высшая школа нанотехнологий и инженерии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**

«Технологический»

**Шифр: 16.03.01**

**Направление подготовки: Техническая физика**

**Профиль: Прикладная физика наукоемких производств**

**Квалификация (степень) выпускника: Физик. Инженер-физик**

## Лист согласования

**Составители:** Кристина Александровна Гриценко, к.ф.-м.н., Директор ВШ Нанотехнологий и инженерии, научный сотрудник НОЦ «Умные материалы и передовые технологии»; Кулик Арина Дмитриевна, ассистент, руководитель образовательных программ БФУ им. И. Канта, инженер-конструктор АО «ОКБ Факел».

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от 7 марта 2024 г.

Председатель Ученого совета ОНК  
«Институт высоких технологий»

Юров А. В.

Руководитель ОНК «Институт высоких  
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Руководитель образовательных программ

Кулик А. Д.

## Содержание

1. Название образовательного модуля
2. Характеристика образовательного модуля
3. Методические указания для обучающихся по освоению модуля
4. Программы дисциплин образовательного модуля:
  - 4.1. Теория и расчет ЭРД
  - 4.2. Системы автоматического регулирования
  - 4.3. Методы обработки, станки и инструменты
  - 4.4. Основы технологической подготовки производства
5. Программа практики
6. Программа итоговой аттестации по модулю

## 1. Название модуля: «Технологический»

### 2. Характеристика модуля

#### 2.1. Образовательные цели и задачи

Модуль ставит своей целью создать условия для эффективного формирования и развития профессиональных компетенций

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучение основных понятий и принципов технологии производства ракетных двигателей;
- ознакомление с методами и средствами технологического обеспечения производства ракетных двигателей;
- приобретение навыков разработки технологических процессов и документации для производства ракетных двигателей;
- освоение методов контроля качества продукции и управления технологическими процессами при производстве ракетных двигателей.

#### 2.2. Образовательные результаты выпускника

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен читать комплекты конструкторской документации и разрабатывать на их основе технологическую документацию с учётом возможности их выполнения на существующем на предприятии оборудовании.	ПК-2.1 Умеет работать с конструкторской документацией, а также с 3D-моделями конструкций образцов изделий с учетом требований технологичности. ПК-2.2 Демонстрирует знания свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров. ПК-2.3 Демонстрирует навыки проведения испытаний для подтверждения свойств материалов.	<b>Знать:</b> основные этапы и содержание технологического процесса производства ракетных двигателей <b>Уметь:</b> разрабатывать технологические процессы и документацию для производства ракетных двигателей; <b>Владеть:</b> навыками работы с современными программными средствами проектирования;
ПК-3 Способен составлять программы испытаний разрабатываемых изделий, разрабатывать	ПК-3.1 Умеет работать с конструкторской и технологической документацией при проведении испытаний. ПК-3.2 Демонстрирует умения в работе со	<b>Знать:</b> методы и средства технологического процесса производства ракетных двигателей; <b>Уметь:</b> выбирать оптимальные методы и режимы обработки,

конструкторскую и технологическую документацию на необходимую для проведения испытаний оснастку.	специальным оборудованием.	контролировать качество продукции.  <b>Владеть:</b> методами моделирования технологических процессов при производстве ракетных двигателей.
--	----------------------------	--

### 3. Методические указания для обучающихся по освоению модуля

Освоение дисциплин модуля закладывает базу для будущей профессиональной деятельности в сфере 25 Ракетно-Космическая Промышленность. Оно должно начинаться с внимательного ознакомления с рабочими программами дисциплин, обязательными компонентами которых являются: перечень тем, подлежащих усвоению; задания; списки учебных пособий и рекомендуемой литературы; списки контрольных вопросов, заданий.

При изучении дисциплин модуля необходимо последовательно переходить от дисциплины к дисциплине, от темы к теме, следуя внутренней логике, заложенной в программе дисциплины модуля. Только так можно достичь полного понимания материала, хорошей ориентации в специальной литературе, формирования собственной точки зрения и умений практического характера. Для более глубокого и эффективного освоения дисциплин рекомендуется предварительная подготовка к занятиям.

#### 1. Программы дисциплин модуля

##### 1. Наименование дисциплины: «Теория и расчет ЭРД».

##### Цель дисциплины

дать студентам знания, умения и навыки, необходимые для проектирования, расчёта и анализа работы электроракетных двигателей (ЭРД).

##### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен читать комплекты конструкторской документации и разрабатывать на их основе технологическую документацию с учётом возможности их выполнения на существующем на	ПК-2.1 Умеет работать с конструкторской документацией, а также с 3D-моделями конструкций образцов изделий с учетом требований технологичности. ПК-2.2 Демонстрирует знания свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.	<b>Знать:</b> принципы работы и основные характеристики электроракетных двигателей (ЭРД); <b>Уметь:</b> выполнять расчёты параметров ЭРД с использованием современных методов и программ; <b>Владеть:</b> навыками анализа работы ЭРД и определения их характеристик;

предприятия оборудовании.	ПК-2.3 Демонстрирует навыки проведения испытаний для подтверждения свойств материалов.	
ПК-3 Способен составлять программы испытаний разрабатываемых изделий, разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на необходимую для проведения испытаний оснастку.	ПК-3.1 Умеет работать с конструкторской и технологической документацией при проведении испытаний. ПК-3.2 Демонстрирует умения в работе со специальным оборудованием.	<b>Знать:</b> методы расчёта параметров ЭРД; особенности проектирования и оптимизации ЭРД; <b>Уметь:</b> проектировать ЭРД с учётом требований к надёжности, эффективности и экономичности. <b>Владеть:</b> методами расчёта параметров ЭРД для различных условий эксплуатации;

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория и расчет ЭРД» представляет собой дисциплину Б1.В.ДВ.02.02.01.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала

в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	1. Введение в теорию и расчёт ЭРД	В этой теме даётся обзор основных понятий и принципов работы электроракетных двигателей (ЭРД). Рассматриваются основные типы ЭРД, их характеристики и области применения.
2	2. Основы теории ЭРД	Изучаются принципы работы ЭРД с учётом особенностей конструкции и условий эксплуатации. Рассматриваются различные типы ЭРД: ионные, плазменные, магнитоплазодинамические и др. Анализируются их характеристики: тяга, удельный импульс, КПД и т. д.
3	3. Методы расчёта параметров ЭРД	Описываются методы расчёта основных параметров ЭРД: тяги, удельного импульса, мощности и т. п. Рассматриваются особенности расчёта для различных типов ЭРД. Изучаются современные методы и программы расчёта, такие как численное моделирование и оптимизация.
4	4. Проектирование и оптимизация ЭРД	Разрабатываются алгоритмы проектирования и оптимизации ЭРД с учётом требований к надёжности, эффективности и экономичности. Моделируются и анализируются различные варианты конструкций ЭРД. Выбираются оптимальные параметры ЭРД для заданных условий эксплуатации.
5	5. Расчёт характеристик ЭРД при различных условиях эксплуатации	Исследуются зависимости характеристик ЭРД от различных факторов: типа топлива, режима работы, внешних условий и т. д. Разрабатываются методики расчёта характеристик ЭРД для конкретных условий эксплуатации.

#### **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

1. Введение в теорию и расчёт ЭРД
2. Основы теории ЭРД
3. Методы расчёта параметров ЭРД
4. Проектирование и оптимизация ЭРД
5. Расчёт характеристик ЭРД при различных условиях эксплуатации

Рекомендуемая тематика практических занятий:

1. Введение в теорию и расчёт ЭРД
2. Основы теории ЭРД
3. Методы расчёта параметров ЭРД
4. Проектирование и оптимизация ЭРД
5. Расчёт характеристик ЭРД при различных условиях эксплуатации

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

1. Введение в теорию и расчёт ЭРД
2. Основы теории ЭРД
3. Методы расчёта параметров ЭРД
4. Проектирование и оптимизация ЭРД
5. Расчёт характеристик ЭРД при различных условиях эксплуатации

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

1. Введение в теорию и расчёт ЭРД
2. Основы теории ЭРД
3. Методы расчёта параметров ЭРД
4. Проектирование и оптимизация ЭРД
5. Расчёт характеристик ЭРД при различных условиях эксплуатации

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме

самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## 7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
1. Введение в теорию и расчёт ЭРД	ПК-2; ПК-3	Расчетная работа
2. Основы теории ЭРД	ПК-2; ПК-3	Расчетная работа
3. Методы расчёта параметров ЭРД	ПК-2; ПК-3	Расчетная работа

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>4. Проектирование и оптимизация ЭРД</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Расчетная работа</i>
<i>5. Расчёт характеристик ЭРД при различных условиях эксплуатации</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Расчетная работа</i>

## **8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля**

### ***1. Введение в теорию и расчёт ЭРД***

*Расчётная работа:*

- *Расчёт основных параметров ЭРД (тяга, удельный импульс, мощность) для заданного типа двигателя.*

### ***2. Основы теории ЭРД***

*Расчётные работы:*

- *Анализ характеристик различных типов ЭРД: ионных, плазменных, магнитоплазодинамических и др.*
- *Определение зависимости характеристик ЭРД от параметров рабочего тела (топлива).*

### ***3. Методы расчёта параметров ЭРД***

*Расчётные работы:*

- *Применение численных методов для расчёта характеристик ЭРД.*
- *Оптимизация параметров ЭРД с использованием современных программ.*

### ***4. Проектирование и оптимизация ЭРД***

*Расчётные работы:*

- *Разработка алгоритма проектирования ЭРД для заданных условий эксплуатации.*
- *Моделирование и анализ различных вариантов конструкций ЭРД.*

### ***5. Расчёт характеристик ЭРД при различных условиях эксплуатации***

*Расчётные работы:*

- *Исследование зависимостей характеристик ЭРД от внешних факторов (температура, давление, состав атмосферы).*
- *Выбор оптимальных параметров ЭРД для конкретных условий эксплуатации (например, для космических миссий).*

## **8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**

- 1. Введение в теорию и расчёт ЭРД*
- Расчётная работа:*

3. *Расчёт основных параметров ЭРД (тяга, удельный импульс, мощность) для заданного типа двигателя.*
4. *2. Основы теории ЭРД*
5. *Расчётные работы:*
6. *Анализ характеристик различных типов ЭРД: ионных, плазменных, магнитоплазгодинамических и др.*
7. *Определение зависимости характеристик ЭРД от параметров рабочего тела (топлива).*
8. *3. Методы расчёта параметров ЭРД*
9. *Расчётные работы:*
10. *Применение численных методов для расчёта характеристик ЭРД.*
11. *Оптимизация параметров ЭРД с использованием современных программ.*
12. *4. Проектирование и оптимизация ЭРД*
13. *Расчётные работы:*
14. *Разработка алгоритма проектирования ЭРД для заданных условий эксплуатации.*
15. *Моделирование и анализ различных вариантов конструкций ЭРД.*
16. *5. Расчёт характеристик ЭРД при различных условиях эксплуатации*
17. *Расчётные работы:*
18. *Исследование зависимостей характеристик ЭРД от внешних факторов (температура, давление, состав атмосферы).*
19. *Выбор оптимальных параметров ЭРД для конкретных условий эксплуатации (например, для космических миссий).*

#### **8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания**

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий</i>	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной	<i>Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных</i>	хорошо		71-85

	деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

### 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

#### Основная литература

1. Введение в ракетно-космическую технику : в двух томах. Том 2. Космические аппараты и их системы. Проектирование и перспективы развития ракетно-космических систем : учебное пособие / А. П. Аверьянов, Л. Г. Азаренко, Г. Г. Вокии [и др.] ; под. общ. ред. Г. Г. Вокина. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 444 с. - ISBN 978-5-9729-0684-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1832030>

#### Дополнительная литература

2. Кветкин А. А. Методика расчета проектно-баллистических характеристик перелетов с малой тягой на геостационарную орбиту. – 2020.
3. Коровкин Г. А. и др. Расчет проектно-баллистических характеристик перелетов к Марсу малого автоматического космического аппарата с электрореактивной двигательной установкой. – 2023.

### 10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

### 11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

## 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

### 1. Наименование дисциплины: «Системы автоматического регулирования».

Цель дисциплины

Дать студентам знания, умения и навыки, необходимые для проектирования, анализа и эксплуатации систем автоматического управления технологическими процессами.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-2 Способен читать комплекты конструкторской документации и разрабатывать на их основе</i>	<i>ПК-2.1 Умеет работать с конструкторской документацией, а также с 3D-моделями конструкций образцов изделий с учетом</i>	<b>Знать:</b> основные типы САР и их характеристики; <b>Уметь:</b> выполнять анализ устойчивости, качества и точности САР с использованием современных методов и программ.

<p><i>технологическую документацию с учётом возможности их выполнения на существующем на предприятии оборудовании.</i></p>	<p><i>требований технологичности.</i>  <i>ПК-2.2 Демонстрирует знания свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.</i>  <i>ПК-2.3 Демонстрирует навыки проведения испытаний для подтверждения свойств материалов.</i></p>	<p><b>Владеть:</b> навыками синтеза САР для различных технологических процессов.</p>
--	---	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системы автоматического регулирования» представляет собой дисциплину Б1.В.ДВ.02.02.02.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
---	----------------------	--------------------

1	1. Введение в системы автоматического регулирования (САР)	В этой теме даётся обзор основных понятий и принципов работы систем автоматического регулирования. Рассматриваются основные элементы САР: датчики, регуляторы, исполнительные механизмы и т. д.
2	2. Принципы работы САР	Изучаются принципы работы САР с обратной связью. Рассматриваются различные типы регуляторов (П, ПИ, ПД, ПИД) и их характеристики. Анализируются типовые схемы автоматического регулирования и их применение в реальных системах.
3	3. Методы анализа устойчивости САР	Описываются методы анализа устойчивости САР. Рассматриваются критерии устойчивости Рауса-Гурвица, Найквиста и Михайлова. Изучаются методы повышения устойчивости САР путём коррекции параметров регулятора.
4	4. Методы анализа качества САР	Исследуются методы анализа качества САР. Рассматриваются показатели качества переходного процесса: время регулирования, перерегулирование, колебательность и др. Изучаются способы улучшения качества САР путём оптимизации параметров регулятора.
5	5. Методы анализа точности САР	Анализируются методы анализа точности САР. Рассматриваются статические и динамические ошибки САР, а также способы их уменьшения. Изучаются методы синтеза САР для обеспечения заданной точности регулирования.
6	6. Синтез САР	Разрабатываются алгоритмы синтеза САР с заданными показателями качества. Моделируются и анализируются различные варианты САР. Выбираются оптимальные параметры регулятора для заданных условий эксплуатации.

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

1. *Введение в системы автоматического регулирования (САР)*
2. *Принципы работы САР*
3. *Методы анализа устойчивости САР*
4. *Методы анализа качества САР*
5. *Методы анализа точности САР*
6. *Синтез САР*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

1. *Введение в системы автоматического регулирования (САР)*
2. *Принципы работы САР*
3. *Методы анализа устойчивости САР*
4. *Методы анализа качества САР*
5. *Методы анализа точности САР*
6. *Синтез САР*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

1. *Введение в системы автоматического регулирования (САР)*
2. *Принципы работы САР*
3. *Методы анализа устойчивости САР*
4. *Методы анализа качества САР*
5. *Методы анализа точности САР*
6. *Синтез САР*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

1. *Введение в системы автоматического регулирования (САР)*
2. *Принципы работы САР*
3. *Методы анализа устойчивости САР*
4. *Методы анализа качества САР*
5. *Методы анализа точности САР*
6. *Синтез САР*

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем,

в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## **8. Фонд оценочных средств**

### **8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины**

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>1. Введение в системы автоматического регулирования (САР)</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>2. Принципы работы САР</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>3. Методы анализа устойчивости САР</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>4. Методы анализа качества САР</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>5. Методы анализа точности САР</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>6. Синтез САР</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>

## **8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля**

- 1. Что такое система автоматического регулирования?*
- 2. Какие основные элементы САР вы знаете?*
- 3. В чём заключается роль датчиков в САР?*
- 4. Какие функции выполняют регуляторы в САР?*
- 5. Как исполнительные механизмы влияют на работу САР?*
- 6. Приведите примеры применения САР в различных областях техники.*
- 7. Каковы основные принципы работы САР с обратной связью?*
- 8. Какие типы регуляторов существуют и чем они отличаются друг от друга?*
- 9. Что такое типовые схемы автоматического регулирования и как они применяются в реальных системах?*

## **8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**

- 20. Какие законы регулирования вы знаете и в чём их особенности?*
- 21. Как работает регулятор П-типа и где он применяется?*
- 22. В каких случаях целесообразно использовать регулятор ПИ-типа?*
- 23. Чем отличается регулятор ПД-типа от регулятора ПИД-типа?*
- 24. Что такое передаточная функция системы автоматического управления и для чего она нужна?*
- 25. Какие методы анализа устойчивости систем автоматического управления вы знаете?*
- 26. Что такое частотный анализ систем автоматического управления и зачем он нужен?*
- 27. Как можно улучшить характеристики системы автоматического управления с помощью коррекции?*
- 28. В чём разница между устойчивостью и неустойчивостью системы автоматического управления?*
- 29. Какие критерии устойчивости вы знаете и как их применять?*
- 30. Что такое запас устойчивости и как его определить?*
- 31. Какие меры можно предпринять для повышения устойчивости системы автоматического управления?*

32. Как влияет структура системы автоматического управления на её устойчивость?
33. Какие факторы могут привести к потере устойчивости системы автоматического управления?
34. Что такое качество системы автоматического управления и какие показатели его характеризуют?
35. Как оценить качество переходного процесса системы автоматического управления?
36. Какие параметры влияют на качество регулирования системы автоматического управления?
37. Какие методы улучшения качества системы автоматического управления существуют?
38. Как выбрать оптимальный регулятор для обеспечения требуемого качества регулирования?
39. Что такое точность системы автоматического управления и как её измерить?
40. Какие виды ошибок возникают в системе автоматического управления и как их минимизировать?

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или	хорошо		71-85

	самостоятельности и инициативы	обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

### **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

#### **Основная литература**

1. Карпов, А. Г. Цифровые системы автоматического регулирования : учебное пособие / А. Г. Карпов. - Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиотехники, 2015. - 216 с. - ISBN 978-5-86889-716-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1845919>

#### **Дополнительная литература**

2. Зенюк К. О., Шелудько М. Л., Голиковская К. Ф. К МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЖРД //Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2022. – Т. 1. – С. 182-184.
3. Полуэктов Р. М. О перспективах применения блокчейн-технологии в ракетно-космической отрасли //Экономика космоса. – 2023. – Т. 2. – №. 5. – С. 58-69.

### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;

- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

## 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

### 1.Наименование дисциплины: «Методы обработки, станки и инструменты».

#### Цель дисциплины

Цель дисциплины - формирование знаний по основному технологическому оборудованию машиностроительного производства (металлообрабатывающим и металлорежущим станкам) и технологической оснастке к данному оборудованию (станочным приспособлениям) для рационального, технически и экономически обоснованного выбора оборудования и оснастки при осуществлении требуемых технологических задач с заданной производительностью, точностью, качеством обработанных поверхностей. Изучение основных понятий и современных принципов работы станочного и инструментального обеспечения автоматизированного производства; получение представления о станочном и инструментальном обеспечении автоматизированного производства; выработка умения видеть станочное и инструментальное обеспечение автоматизированного производства, возникающих в практической деятельности бакалавров.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2	ПК-2.1 Умеет работать с конструкторской	<b>Знать:</b> назначение, технологические возможности и

<p>Способен читать комплекты конструкторской документации и разрабатывать на их основе технологическую документацию с учётом возможности их выполнения на существующем на предприятии оборудовании.</p>	<p>документацией, а также с 3D-моделями конструкций образцов изделий с учетом требований технологичности. ПК-2.2 Демонстрирует знания свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров. ПК-2.3 Демонстрирует навыки проведения испытаний для подтверждения свойств материалов.</p>	<p>принципы работы основных типов технологического оборудования; <b>Уметь:</b> выбирать тип и модель технологического оборудования для выполнения требуемых технологических операций; проверять техническое состояние технологического оборудования; <b>Владеть:</b> методикой анализа технологических возможностей машиностроительного оборудования и выполнения технологических операций; методикой организации профилактических осмотров и текущих ремонтов оборудования</p>
<p>ПК-3 Способен составлять программы испытаний разрабатываемых изделий, разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на необходимую для проведения испытаний оснастку.</p>	<p>ПК-3.1 Умеет работать с конструкторской и технологической документацией при проведении испытаний. ПК-3.2 Демонстрирует умения в работе со специальным оборудованием.</p>	<p><b>знать:</b> показатели технического состояния изделий машиностроения, влияющие на их экологичность, безопасность, энергоэффективность; основные понятия и современные методы для разработки малоотходных производств, <b>уметь:</b> применять основные положения технической диагностики и теории надежности для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий <b>владеть:</b> навыками по диагностированию и обслуживания технического состояния изделий машиностроения в целях их рационального использования;</p>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы обработки, станки и инструменты» представляет собой дисциплину Б1.В.ДВ.02.02.03.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством

электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

## 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Основное технологическое оборудование.</i>	<i>Общие сведения о металлорежущих станках, станки токарной группы, станки сверлильно-расточной группы, станки фрезерной группы, резьбообрабатывающие станки, станки строгально-протяжной группы, станки шлифовальной группы, станки зубообрабатывающее группы, автоматизированное производство, подготовка металлообрабатывающих станков к эксплуатации</i>
2	<i>Инструментальное обеспечение автоматизированных производств</i>	<i>Инструментальное обеспечение автоматизированных производств. Система инструментального обеспечения в автоматизированном производстве. Инструментальные материалы. Обрабатываемость конструкционных материалов. Инструментальные стали. Металлокерамические твердые сплавы. Минералокерамика. Сверхтвердые материалы. Износостойкие покрытия режущей части. Процессы формообразования и инструменты. Точение. Процесс точения. Конструкция и геометрия токарного резца. Элементы резания и срезаемого слоя. Основное машинное</i>

		<p>время. Физические основы процесса резания. Классификация токарных резцов. Выбор инструмента и особенности применения. Стружкодробление и стружкозавивание. Конструкция современной металлорежущей пластины. Процессы формообразования, применяющие осевой инструмент. Процесс сверления. Особенности процесса резания. Конструкция и геометрия сверла. Классификация сверл. Выбор инструмента, особенности применения. Процесс фрезерования. Особенности процесса резания при фрезеровании. Схемы фрезерования. Классификация фрез. Выбор инструмента, особенности применения. Выбор пластин. Особенности вспомогательного инструмента на станках с ЧПУ. Вспомогательный инструмент для токарных станков. Вспомогательный инструмент для станков сверлильно-расточной фрезерной групп. Устройства автоматической смены инструмента. Инструментальные накопители. Система организации инструментального обеспечения. Информационные и материальные потоки по инструментообеспечению. Подготовка инструмента к работе. Организация, планирование и управление системы инструментального обеспечения</p>
--	--	--

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

*Система инструментального обеспечения в автоматизированном производстве*

*Обработываемость конструкционных материалов*

*Инструментальные стали*

*Металлокерамические твердые сплавы*

*Сверхтвердые материалы. Износостойкие покрытия режущей части.*

*Процесс точения. Конструкция и геометрия токарного резца.*

*Элементы резания при точении. Основное машинное время при точении.*

*Физические основы процесса резания*

*Классификация токарных резцов. Выбор резцов, особенности применения. Стружкодробление и стружкозавивание.*

*Конструкция современной металлорежущей пластины.*

*Процесс сверления. Особенности процесса резания. Конструкция и геометрия сверла.*

*Классификация сверл. Выбор инструмента, особенности применения.*

*Особенности процесса резания при фрезеровании. Схемы фрезерования.*

*Особенности процесса резания при фрезеровании. Схемы фрезерования.*

*Вспомогательный инструмент для токарных станков*

*Вспомогательный инструмент для станков*

*сверлильно-расточной и фрезерной групп. Устройства автоматической смены инструмента.*

*Инструментальные накопители. Информационные и материальные потоки по*

*Инструментообеспечению. Подготовка инструмента к работе. Организация,*

*планирование и управление системы инструментального обеспечения*

*Рекомендуемая тематика практических занятий:*

*Подбор инструментального материала для конкретных условий обработки.*

*Определение углов резца в главной секущей плоскости и в плане для различных видов токарных резцов.*

*Расчет силы сопротивления резанию при точении.*

*Расчет резца на прочность.*

*Выбор конструкций токарных резцов для обработки конкретной конструкции детали.*

*Знакомство с процессом сверления, рассверливания отверстия в детали на вертикально-сверлильном станке: установка заготовки, сверла, вспомогательного инструмента, смена инструмента.*

*Знакомство с процессом фрезерования, на универсально-фрезерном станке: установка заготовки, торцовой, концевой, цилиндрической фрезы, вспомогательного инструмента, смена инструмента.*

*Построение общей схемы обозначения державок*

*Построение общей схемы*

*для сверлильной операции, согласно ISO*

*Изучение наладки обрабатывающего центра для реализации автоматического обмена инструментом между накопителем инструментом и станком посредством устройств автоматической смены инструмента (АСИ). Работа автооператора станка в производственных условиях.*

*Требования к самостоятельной работе студентов*

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

*Основное технологическое оборудование.*

*Инструментальное обеспечение автоматизированных производств*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

*Основное технологическое оборудование.*

*Инструментальное обеспечение автоматизированных производств*

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной

образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## **8. Фонд оценочных средств**

### **8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины**

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Основное технологическое оборудование.</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Тест</i>
<i>Инструментальное обеспечение автоматизированных производств</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Тест</i>

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

1. Рациональная технология – это, прежде всего, рациональное использование
  - a) инструмента
  - b) рабочей силы
  - c) конкурентоспособной техники
  - d) технологического оборудования
2. Основой для СИО (системы инструментального обеспечения) является ...
  - a) инструментальное хозяйство
  - b) технологическое оборудование
  - c) технологический процесс
  - d) технологическая система
3. Подготовка оборудования и выполнения операции связана с проведением работ по установке оснастки или ...
  - a) разборке
  - b) сборке
  - c) подналадке
  - d) наладке
4. Придание нужного взаимного положения основному и вспомогательному инструментам называется ...
  - a) сборкой
  - b) настройкой
  - c) конструированием
  - d) моделированием
5. Реализация модели на ЭВМ является ... целью работ, проводимых по автоматизации СИО.
  - a) проектной
  - b) имитационной
  - c) конечной

- d) начальной
6. Структура чередования документов и работ составляют ...
- порядок выполнения задач
  - блок-схему задач
  - порядок решения задач
  - техпроцесс
7. Одна из моделей, задающая наибольший возможный идеальный уровень автоматизации, является ...
- типовая модель
  - исходная модель
  - рабочая модель
  - контрольная модель
8. Одна из моделей, определяющая необходимый проектный уровень для очередного этапа внедрения автоматизации, является ...
- типовая модель
  - контрольная модель
  - исходная модель
  - рабочая модель
9. Суть воздействия инструмента выражается ...
- ГПС
  - СОЖ
  - ТМИ
  - СИО
10. Наиболее приспособленной для автоматизации является \_\_\_\_\_ полная при сборке изделий.
- компьютеризация
  - виртуальность
  - взаимозаменяемость
  - гибкость

## **Модуль № 2**

1. Разнообразие типов станков с ЧПУ предполагает и разнообразие способов ... инструмента.
- установки
  - установки и смены
  - смены
  - снятие
2. При непосредственной установке в гнездо суппорта или револьверной головки ... может быть заранее настроен на определенные размеры.
- деталь
  - приспособление
  - режущий инструмент
  - мерительный инструмент
3. Системы вспомогательного инструмента для многоинструментных станков строят по ...
- общему принципу

- b) индивидуальному принципу
  - c) принципу подбора
  - d) принципу комплектации
4. В одном из вариантов устройства крепления – раскрепления блоков построены на базе замкнутых ...
- a) гидрокоординаций
  - b) гидростанций
  - c) гидроизоляций
  - d) гидросистем
5. В виде револьверных головок и суппортов, инструментальных магазинов выполняются ...
- a) кондукторные втулки
  - b) накопители инструментов
  - c) тарельчатые пружины
  - d) гнезда шпинделей
6. Дисковым, барабанным или цилиндрическим может быть ... поворотного типа.
- a) магазин
  - b) патрон
  - c) шпиндель
  - d) кондуктор
7. Устройство ... с автооператорами представляют собой сочетание инструментальных магазинов, автооператоров.
- a) АСУ
  - b) АСИ
  - c) ГПС
  - d) ГАУ
8. Развертки, метчики, зенкеры, некоторые фрезы относятся к ... инструментам.
- a) центральным
  - b) промежуточным
  - c) мерным
  - d) немерным
9. Для обработки резанием различных материалов ISO предусматривает ... твердых сплавов.
- a) шесть групп
  - b) пять групп
  - c) четыре группы
  - d) три группы
10. Параметры пластин, согласно рекомендации ИСО, кодируют буквами ...
- алфавита.
- a) латинского
  - b) английского
  - c) русского
  - d) арабского

1. Для получения размеров деталей без пробных проходов необходимо в конструкции вспомогательного инструмента предусмотреть настройку инструмента на ...
  - a) определенный вылет
  - b) определенный зажим
  - c) определенный тормоз
  - d) определенную смену
  
2. Разнообразие типов станков с ... предполагает и разнообразие способов установки и смены инструмента.
  - a) ЧПУ
  - b) ПУ
  - c) роботами
  - d) ГПМ
  
3. Крепление оправок в базовом патроне осуществляется ...
  - a) вручную
  - b) гайкой
  - c) автоматически
  - d) дистанционно
  
4. Станки сверлильно-расточной и фрезерной групп комплектуются соответствующими системами ...
  - a) вспомогательного инструмента
  - b) режущего инструмента
  - c) деталями
  - d) приспособлениями
  
5. В сравнение со сплошным инструментом, составной инструмент обладает ...
  - a) меньшей жесткостью
  - b) меньшей стойкостью
  - c) меньшей твердостью
  - d) меньшей износостойкостью
  
6. При использовании ... давление на торец винта оправки осуществляется поршнем.
  - a) гидроцилиндра
  - b) накопителей
  - c) сменных магазинов
  - d) переходника
  
7. Инструмент, собираемый из унифицированных узлов и агрегатов, переналаживают ... взаимозаменяемых узлов.
  - a) деталеровкой
  - b) компоновкой
  - c) приспособлениями
  
  - d) системами АСИ
  
8. На станках с ЧПУ, оснащенных ..., используют те же режущие инструменты, что и на других станках с ЧПУ.
  - a) гидроцилиндром
  - b) накопителями
  - c) системами АСИ
  - d) системами СОЖ

9. Для раскрепления оправки служит ... одностороннего действия.
- a) гидроцилиндр
  - b) сменный магазин
  - c) переходник
  - d) накопитель
10. Суппорты, как ..., позволяют закреплять ограниченное количество инструментов.
- a) гидроцилиндры
  - b) накопители
  - c) переходники
  - d) сменные магазины

#### Модуль № 4

1. Общий уровень СИО ГПС зависит от ряда характеристик ...
- a) СОЖ
  - b) АТСС
  - c) ГПС
  - d) ГАУ
2. Различные уровни автоматизации ГПМ и СИО должны быть обеспечены соответствующим ...
- a) деталью
  - b) инструментом
  - c) приспособлением
  - d) техпроцессом
3. Замена полного комплекта, при отказе любого из входящих в него инструментов, производится с использованием ...
- a) пристаночных магазинов
  - b) слесарей-сборщиков
  - c) операторов-наладчиков
  - d) сменных магазинов
4. В наладку на все деталиеоперации входит ... резца. а) 632
- b) 642
  - c) 662
  - d) 682
5. Резцы с механическим креплением заточенных, выдвижных, сменных, твердосплавных пластин применяют в ГАУ для ... токарной обработки.
- a) окончательной
  - b) получистовой
  - c) чистовой
  - d) черновой
6. Сменные магазины доставляются к станку ...
- a) рабочими
  - b) робокарами
  - c) программистами
  - d) технологами

7. Все инструменты, которые возвращаются с производственного участка, проходят через зону ...
- a) контроля - демонтажа
  - b) базовые сигналы
  - c) барабан - держатель
  - d) записи - считывания
8. Комплексная система инструментообеспечения «Короплан» построена по ...
- a) свободному порядку
  - b) алфавитному порядку
  - c) замкнутому циклу
  - d) беспорядочному циклу
9. Файл технологических решений называется файлом ...
- a) материалов
  - b) рекомендаций
  - c) параметров резания
  - d) станков

### **8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**

1. *Роль инструмента в автоматизированном производстве.*
2. *Что понимается под автоматизированной системой инструментального обеспечения?*
3. *Принципы организации системы инструментального обеспечения автоматизированных производств.*
4. *Структурные составляющие автоматизированной системы*
5. *инструментального обеспечения гибких производственных систем.*
6. *Что включает в себя основной функциональный элемент АСИО?*
7. *Функции выполнения информационно-управляющей подсистемы в АСИО.*
8. *Инструментальный блок.*
9. *Инструментальная наладка.*
10. *Что такое инструментальный комплект?*
11. *Состав подсистемы комплексной подготовки, сборки и настройки инструмента автоматизированных производств.*
12. *Состав автоматизированной транспортно-складской системы по*
13. *инструментообеспечению (АТСС–И) автоматизированного производства.*
14. *Подбор режущего инструмента под обработку поверхностей обрабатываемых заготовок.*
15. *Конструкции резцов для станков с ЧПУ.*
16. *Функция выполнения штырей у державочного резца перед установкой в гнездо суппорта станка.*
17. *Регулирование положения вершины резца относительно базовой точки F суппорта.*
18. *Схема настройки режущих инструментов на токарном станке.*
19. *Различие при настройке резцов и концевых инструментов на токарных станках с ЧПУ.*
20. *Схемы установки инструментальных блоков на токарных станках с ЧПУ.*
21. *Вспомогательный инструмент на станках с ЧПУ.*
22. *Функция выполнения агрегатно-модульного принципа в системе*
23. *инструментального обеспечения на сверлильно-фрезерно-расточных станках в автоматизированном производстве.*

24. Формирование схем построения сборного расточного инструмента на сверлильно-фрезерно-расточных станках в автоматизированном производстве.
25. Модульность инструмента на сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ при обработке корпусных изделий.
26. Принцип агрегатирования в системах вспомогательного инструмента для сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ.
27. Функция выполнения инструментальных накопителей.
28. Виды инструментальных накопителей.
29. Принцип множественности инструментальных накопителей на станках с ЧПУ.
30. Какую функцию выполняют инструментальные магазины?
31. Схемы инструментальных магазинов на станках с ЧПУ.
32. Функции выполнения устройства автоматической смены инструмента на станках с ЧПУ в автоматизированном производстве.
33. Существующие формы захвата инструментальных блоков.
34. Существующие автооператоры для смены инструмента.
35. Поэтапная смена инструмента из шпинделя до инструментального накопителя с помощью автооператора.
36. Позиция ожидания при функционировании устройства автоматической смены инструмента на станках с ЧПУ в автоматизированном производстве.
37. Эффективный поиск основного, мерительного и вспомогательного инструмента в базе данных АСИО.
38. Основные функции управления инструментом в ГПС.
39. Основные структурные составляющие АСИО на управленческом уровне в автоматизированном производстве.
40. Существующие этапы в системе инструментального обеспечения при подаче инструмента на станок.
41. Существующие этапы в системе инструментального обеспечения при эксплуатации инструмента в ГПМ.
42. В чем заключается последовательность подготовки инструментальных комплектов в автоматизированном производстве?
43. Какую задачу преследует процесс предварительной сборки инструментальных блоков?
44. Назначение приборов и устройств на этапе подготовки инструментальных комплектов.
45. Какой принцип реализуется при определении вершины режущей кромки при предварительной настройке инструментального блока?

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и	отлично	зачтено	86-100

		прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий			
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **Основная литература**

1. Харченко, А. О. Металлообрабатывающие станки и оборудование машиностроительных производств : учебное пособие / А.О. Харченко. — 2-е изд. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2024. — 260 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-9558-0624-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2083399>

### **Дополнительная литература**

2. Матвеев, В. Н. Технологическая оснастка : учеб. пособие для вузов / В. Н. Матвеев, А. П. Абызов, Н. А. Чемборисов. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 231 с. - Библиогр.: с. 231. - ISBN 978-5-94178-329-8

## **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания

- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

#### **1.Наименование дисциплины: «Основы технологической подготовки производства».**

##### **Цель дисциплины**

Дать студентам знания, умения и навыки, необходимые для организации и проведения работ по технологической подготовке производства (ТПП) на предприятиях различных отраслей промышленности.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен читать комплекты конструкторской документации и разрабатывать на их основе технологическую документацию с учётом возможности их выполнения на существующем на предприятии оборудовании.	ПК-2.1 Умеет работать с конструкторской документацией, а также с 3D-моделями конструкций образцов изделий с учетом требований технологичности. ПК-2.2 Демонстрирует знания свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров. ПК-2.3 Демонстрирует навыки проведения испытаний для подтверждения свойств материалов.	<b>Знать:</b> основные понятия и принципы технологической подготовки производства (ТПП); методы и средства ТПП; <b>Уметь:</b> разрабатывать технологические процессы и документацию; выбирать оптимальные методы и режимы обработки; <b>Владеть:</b> навыками разработки технологических процессов и документации; методами контроля качества продукции и управления технологическими процессами;
ПК-3 Способен составлять программы испытаний разрабатываемых изделий, разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на необходимую для проведения испытаний оснастку.	ПК-3.1 Умеет работать с конструкторской и технологической документацией при проведении испытаний. ПК-3.2 Демонстрирует умения в работе со специальным оборудованием.	<b>Знать:</b> этапы ТПП и их содержание; современные программные средства проектирования и моделирования технологических процессов. <b>Уметь:</b> контролировать качество продукции; работать с современными программными средствами проектирования и моделирования технологических процессов. <b>Владеть:</b> навыками работы с современными программными средствами проектирования и моделирования технологических процессов; способностью анализировать и оценивать результаты ТПП.

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы технологической подготовки производства» представляет собой дисциплину Б1.В.ДВ.02.02.04.

## 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю,

выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

## 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	1. Введение в технологическую подготовку производства (ТПП)	В этой теме даётся обзор основных понятий и принципов ТПП, а также её роли в производственном процессе. Рассматриваются основные этапы ТПП: анализ исходных данных, проектирование технологических процессов, разработка технологической документации и т. д.
2	2. Методы и средства ТПП	Описываются методы и средства, используемые для разработки технологических процессов и документации. Рассматриваются современные программные средства проектирования и моделирования технологических процессов.
3	3. Этапы ТПП и их содержание	Анализируются основные этапы ТПП и их содержание. Рассматривается роль каждого этапа в обеспечении качества продукции и эффективности производства.
4	4. Разработка технологических процессов	Изучаются принципы разработки технологических процессов для различных видов производства.

		<i>Рассматриваются методы выбора оптимальных методов и режимов обработки, а также контроля качества продукции.</i>
5	<i>5. Проектирование технологической документации</i>	<i>Рассматриваются виды технологической документации, используемой на производстве. Изучаются принципы проектирования маршрутных карт, операционных карт и другой документации.</i>
6	<i>6. Современные программные средства ТПП</i>	<i>Дается обзор современных программных средств, используемых для проектирования и моделирования технологических процессов. Рассматриваются преимущества и недостатки различных систем.</i>
7	<i>7. Анализ и оценка результатов ТПП</i>	<i>Исследуются методы анализа и оценки результатов ТПП. Рассматриваются показатели эффективности ТПП, такие как время подготовки производства, стоимость разработки документации и др.</i>

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

1. *Введение в технологическую подготовку производства (ТПП)*
2. *Методы и средства ТПП*
3. *Этапы ТПП и их содержание*
4. *Разработка технологических процессов*
5. *Проектирование технологической документации*
6. *Современные программные средства ТПП*
7. *Анализ и оценка результатов ТПП*

Рекомендуемая тематика практических занятий:

1. *Введение в технологическую подготовку производства (ТПП)*
2. *Методы и средства ТПП*
3. *Этапы ТПП и их содержание*
4. *Разработка технологических процессов*
5. *Проектирование технологической документации*
6. *Современные программные средства ТПП*
7. *Анализ и оценка результатов ТПП*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

1. *Введение в технологическую подготовку производства (ТПП)*

2. *Методы и средства ТПП*
3. *Этапы ТПП и их содержание*
4. *Разработка технологических процессов*
5. *Проектирование технологической документации*
6. *Современные программные средства ТПП*
7. *Анализ и оценка результатов ТПП*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

1. *Введение в технологическую подготовку производства (ТПП)*
2. *Методы и средства ТПП*
3. *Этапы ТПП и их содержание*
4. *Разработка технологических процессов*
5. *Проектирование технологической документации*
6. *Современные программные средства ТПП*
7. *Анализ и оценка результатов ТПП*

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

**Лекционные занятия.**

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
1. Введение в технологическую подготовку производства (ТПП)	ПК-2; ПК-3	Проектная задача
2. Методы и средства ТПП	ПК-2; ПК-3	Проектная задача
3. Этапы ТПП и их содержание	ПК-2; ПК-3	Проектная задача
4. Разработка технологических процессов	ПК-2; ПК-3	Проектная задача
5. Проектирование технологической документации	ПК-2; ПК-3	Проектная задача
6. Современные программные средства ТПП	ПК-2; ПК-3	Проектная задача
7. Анализ и оценка результатов ТПП	ПК-2; ПК-3	Проектная задача

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

## **1. Введение в технологическую подготовку производства (ТПП)**

*Проектная задача:* разработать план-график проведения работ по ТПП для конкретного предприятия или проекта.

## **2. Методы и средства ТПП**

*Проектные задачи:*

- выбрать оптимальные методы и средства для разработки технологических процессов и документации;
- провести сравнительный анализ различных методов и средств ТПП.

## **3. Этапы ТПП и их содержание**

*Проектная задача:* составить подробное описание каждого этапа ТПП с указанием его целей, задач, методов и результатов.

## **4. Разработка технологических процессов**

*Проектные задачи:*

- разработать технологический процесс для изготовления детали или сборки изделия;
- оптимизировать технологический процесс с целью повышения производительности и качества продукции.

## **5. Проектирование технологической документации**

*Проектные задачи:*

- спроектировать маршрутную карту технологического процесса;
- составить операционную карту для выполнения конкретной операции.

## **6. Современные программные средства ТПП**

*Проектная задача:* выбрать и обосновать выбор программного средства для проектирования и моделирования технологических процессов.

## **7. Анализ и оценка результатов ТПП**

*Проектные задачи:*

- проанализировать результаты ТПП на конкретном предприятии или проекте;
- оценить эффективность ТПП по выбранным показателям.

### **8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**

#### **1. Введение в технологическую подготовку производства (ТПП)**

*Вопросы:*

- Что такое технологическая подготовка производства?
- Какие основные задачи решает ТПП?
- Какова роль ТПП в производственном процессе?

## 2. Методы и средства ТПП

*Вопросы:*

- Какие методы используются для разработки технологических процессов и документации?
- Каковы преимущества и недостатки различных методов ТПП?
- Какие средства используются для ТПП?

## 3. Этапы ТПП и их содержание

*Вопросы:*

- Из каких этапов состоит ТПП?
- Каково содержание каждого этапа ТПП?
- Как взаимосвязаны этапы ТПП?

## 4. Разработка технологических процессов

*Вопросы:*

- Как разрабатываются технологические процессы?
- Какие факторы учитываются при разработке технологических процессов?
- Как выбрать оптимальные методы и режимы обработки?

## 5. Проектирование технологической документации

*Вопросы:*

- Для чего нужна технологическая документация?
- Какие виды технологической документации существуют?
- Как проектируются маршрутные карты, операционные карты и другая документация?

## 6. Современные программные средства ТПП

*Вопросы:*

- Какие современные программные средства используются для проектирования и моделирования технологических процессов?
- В чём преимущества и недостатки этих программных средств?
- Как выбрать оптимальное программное средство для конкретных задач ТПП?

## 7. Анализ и оценка результатов ТПП

*Вопросы:*

- Как анализируются результаты ТПП?
- По каким показателям оценивается эффективность ТПП?
- Какие выводы можно сделать на основе анализа результатов ТПП?

### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования)	Пятибалльная шкала (академиче	Двухбалльная	БРС, % освоения
--------	--------------------------------	---	-------------------------------	--------------	-----------------

		компетенции, критерии оценки (сформированности)	ская) оценка	шкала, зачет	(рейтинговая оценка)
Повышенны й	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

### Основная литература

1. Вотинова, Е. Б. Основы технологической подготовки производства : учебное пособие / Е. Б. Вотинова, М. П. Шалимов, А. М. Фивейский. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 168 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-015365-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1027837>

### Дополнительная литература

2. Некрасов Р. Ю., Темпель Ю. А. Автоматизированная коррекция управляющих программ для станков с ЧПУ по трансформируемой САД-модели маложесткой заготовки в рамках технической подготовки производства //Вестник МГТУ Станкин. – 2021. – №. 1. – С. 35-40.

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

### Программа итоговой аттестации по модулю

Определение результатов освоения модуля на основе вычисления оценки по каждому элементу модуля.

Оценка по модулю рассчитывается по формуле:

$$R_j^{\text{мод}} = \frac{k_1 R_1 + k_2 R_2 + k_3 R_3 + \dots + k_n R_n + k_{\text{пр}} R_{\text{пр}} + R_{\text{кур}}}{k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_{\text{пр}}}$$

Где:

$R_j^{\text{мод}}$  – оценка по модулю

$k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  – зачетные единицы дисциплин, входящих в модуль

$k_{\text{пр}}$  – зачетные единицы по практике

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  – оценки по дисциплинам модуля

$R_{\text{пр}}$  – оценка по практике

$R_{\text{кур}}$  – оценка по курсовой работе

В случае, если по дисциплине предусмотрен зачет без оценки, то за оценку по дисциплине принимается «5».

В случае, если по модулю применяется балльно-рейтинговая система, то

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  – рейтинговые баллы студента по дисциплинам модуля

$R_{\text{пр}}$  – рейтинговые баллы студента по практике

$R_{\text{кур}}$  – рейтинговые баллы студента по курсовой работе

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»  
ОНК «Институт высоких технологий»  
Высшая школа нанотехнологий и инженерии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**

**«Производственно-технологический модуль»**

**Шифр: 16.03.01**

**Направление подготовки: Техническая физика**

**Профиль: Прикладная физика наукоемких производств**

**Квалификация (степень) выпускника: Физик. Инженер-физик**

## Лист согласования

**Составители:** Кристина Александровна Гриценко, к.ф.-м.н., Директор ВШ Нанотехнологий и инженерии, научный сотрудник НОЦ «Умные материалы и передовые технологии»; Кулик Арина Дмитриевна, ассистент, руководитель образовательных программ БФУ им. И. Канта, инженер-конструктор АО «ОКБ Факел».

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от 7 марта 2024 г.

Председатель Ученого совета ОНК  
«Институт высоких технологий»

Юров А. В.

Руководитель ОНК «Институт высоких  
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Руководитель образовательных программ

Кулик А. Д.

## Содержание

1. Название образовательного модуля
2. Характеристика образовательного модуля
3. Методические указания для обучающихся по освоению модуля
4. Программы дисциплин образовательного модуля:
  - Теория механизмов и машин
  - Метрология, стандартизация, сертификация
  - Вычислительные технологии инженерных расчетов
  - Технология конструкционных материалов
  - Материаловедение
5. Программа практики
6. Программа итоговой аттестации по модулю

## 1. Название модуля: «Производственно-технологический модуль»

### 2. Характеристика модуля

#### 2.1. Образовательные цели и задачи

Модуль ставит своей целью создать условия для эффективного формирования и развития профессиональных компетенций

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- *Изучение основ организации и управления производственными процессами в ракетно-космической промышленности, включая планирование, контроль качества, обеспечение безопасности и другие аспекты.*
- *Освоение методов и технологий производства ракетно-космических систем, включая сборку, испытания, контроль и сертификацию продукции.*
- *Приобретение навыков работы с оборудованием и инструментами, используемыми в производстве ракетно-космического оборудования.*
- *Знакомство с современными технологиями и материалами, применяемыми в ракетно-космическом производстве, а также с методами их выбора и применения.*
- *Развитие умения анализировать и оптимизировать производственные процессы с учётом требований к надёжности, эффективности и безопасности.*

#### 2.2. Образовательные результаты выпускника

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1  Способен читать и разрабатывать конструкторскую документацию, а также 3D-модели конструкций образцов изделий с характеристиками, указанными в техническом задании, с учетом требований технологичности.	ПК-1.1 Разрабатывает конструкторскую документацию с применением инженерных знаний и с учетом рационального использования ресурсов.  ПК- 1.2 Умеет работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, строить на их основе модели в САЕ-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.	<b>Знать:</b> основы организации и управления производственными процессами; <b>Уметь:</b> анализировать и оптимизировать производственные процессы; <b>Владеть:</b> навыками работы с оборудованием и инструментами, используемыми в производстве ракетно-космического оборудования;

<p>ПК-2</p> <p>Способен читать комплекты конструкторской документации и разрабатывать на их основе технологическую документацию с учётом возможности их выполнения на существующем на предприятии оборудовании.</p>	<p>ПК-2.1 Умеет работать с конструкторской документацией, а также с 3D-моделями конструкций образцов изделий с учетом требований технологичности.</p> <p>ПК-2.2 Демонстрирует знания свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.</p> <p>ПК-2.3 Демонстрирует навыки проведения испытаний для подтверждения свойств материалов.</p>	<p><b>Знать:</b> методы и технологии производства ракетно-космических систем;</p> <p><b>Уметь:</b> работать с компьютерными программами для планирования, контроля и анализа производственных процессов.</p> <p><b>Владеть:</b> методами испытаний и контроля качества ракетно-космического оборудования.</p>
<p>ПК-3</p> <p>Способен составлять программы испытаний разрабатываемых изделий, разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на необходимую для проведения испытаний оснастку.</p>	<p>ПК-3.1 Умеет работать с конструкторской и технологической документацией при проведении испытаний.</p> <p>ПК-3.2 Демонстрирует умения в работе со специальным оборудованием.</p>	<p><b>Знать:</b> современные технологии и материалы, применяемые в ракетно-космическом производстве.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить контроль качества ракетно-космического оборудования</p> <p><b>Владеть:</b> навыками решения нестандартных задач в процессе организации и проведения производственных операций</p>

### 3. Методические указания для обучающихся по освоению модуля

Освоение дисциплин модуля закладывает базу для будущей профессиональной деятельности в сфере 25 Ракетно-Космическая Промышленность. Оно должно начинаться с внимательного ознакомления с рабочими программами дисциплин, обязательными компонентами которых являются: перечень тем, подлежащих усвоению; задания; списки учебных пособий и рекомендуемой литературы; списки контрольных вопросов, заданий.

При изучении дисциплин модуля необходимо последовательно переходить от дисциплины к дисциплине, от темы к теме, следуя внутренней логике, заложенной в программе дисциплины модуля. Только так можно достичь полного понимания материала, хорошей ориентации в специальной литературе, формирования собственной точки зрения

и умений практического характера. Для более глубокого и эффективного освоения дисциплин рекомендуется предварительная подготовка к занятиям.

## 1. Программы дисциплин модуля

### 1. Наименование дисциплины: «Теория механизмов и машин».

#### Цель дисциплины

Дать студентам знания и навыки, необходимые для понимания принципов работы механизмов и машин, их проектирования, анализа и оптимизации.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p><i>ПК-1</i></p> <p>Способен читать и разрабатывать конструкторскую документацию, а также 3D-модели конструкций образцов изделий с характеристиками, указанными в техническом задании, с учетом требований технологичности.</p>	<p><i>ПК-1.1</i> Разрабатывает конструкторскую документацию с применением инженерных знаний и с учетом рационального использования ресурсов.</p> <p><i>ПК-1.2</i> Умеет работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, строить на их основе модели в САЕ-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.</p>	<p><b>Знать:</b> основные понятия и законы теории механизмов и машин, методы анализа и синтеза механизмов</p> <p><b>Уметь:</b> применять полученные знания для решения практических задач, связанных с проектированием, анализом и оптимизацией механизмов и машин;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками проектирования механизмов и машин с использованием современных методов и средств.</p>
<p><i>ПК-2</i></p> <p>Способен читать комплекты конструкторской документации и разрабатывать на их основе технологическую документацию с учётом возможности их выполнения на существующем на предприятии оборудовании.</p>	<p><i>ПК-2.1</i> Умеет работать с конструкторской документацией, а также с 3D-моделями конструкций образцов изделий с учетом требований технологичности.</p> <p><i>ПК-2.2</i> Демонстрирует знания свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.</p> <p><i>ПК-2.3</i> Демонстрирует навыки проведения испытаний для подтверждения свойств материалов.</p>	<p><b>Знать:</b> принципы работы и характеристики различных типов механизмов;</p> <p><b>Уметь:</b> Анализировать кинематические схемы механизмов и машин, определять их основные параметры и характеристики. Выполнять структурный анализ механизмов, выделять основные звенья и кинематические пары. Проводить кинематический анализ механизмов с использованием методов графического, аналитического и графоаналитического анализа. Рассчитывать силы и моменты, действующие на звенья механизма, определять мощность и КПД механизма.</p>

		<b>Владеть:</b> Навыками работы с чертежами и схемами механизмов и машин.
--	--	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория механизмов и машин» представляет собой дисциплину Б1.В.03.01.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	1. Основные понятия и определения теории механизмов и машин	<i>Введение в теорию механизмов и машин: основные понятия, классификация механизмов, кинематические пары и цепи. Принципы работы механизмов: передача движения, преобразование движения, изменение скорости и направления движения.</i>
2	2. Кинематический анализ механизмов	<i>Определение положений звеньев механизма: методы графического,</i>

		аналитического и графоаналитического анализа. Расчёт скоростей и ускорений звеньев механизма: применение методов кинематики для определения параметров движения звеньев.
3	3. Динамический анализ механизмов	Силы и моменты, действующие на звенья механизма: расчёт сил инерции, определение мощности и КПД механизма. Уравновешивание сил инерции: методы снижения вибраций и нагрузок на детали механизма.
4	4. Синтез механизмов	Проектирование механизмов с заданными свойствами: передаточное отношение, коэффициент полезного действия, точность и другие параметры. Методы синтеза механизмов: геометрический, кинематический и динамический синтез.
5	5. Анализ и синтез зубчатых механизмов	Зубчатые передачи: классификация, параметры, характеристики. Планетарные механизмы: особенности конструкции, преимущества и недостатки.
6	6. Кулачковые механизмы	Принцип действия кулачковых механизмов: преобразование вращательного движения в возвратно-поступательное или колебательное движение. Проектирование кулачковых механизмов: выбор закона движения толкателя, определение размеров кулачка.
7	7. Механизмы с гибкими звеньями	Ремённые и цепные передачи: принцип действия, области применения, преимущества и недостатки. Особенности проектирования механизмов с гибкими звеньями.
8	8. Основы теории машин-автоматов	Автоматизация производственных процессов: принципы работы, примеры использования в промышленности. Применение теории механизмов и машин в проектировании и эксплуатации технических устройств.

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

1. *Основные понятия и определения теории механизмов и машин*
2. *Кинематический анализ механизмов*
3. *Динамический анализ механизмов*
4. *Синтез механизмов*
5. *Анализ и синтез зубчатых механизмов*
6. *Кулачковые механизмы*
7. *Механизмы с гибкими звеньями*
8. *Основы теории машин-автоматов*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

1. *Основные понятия и определения теории механизмов и машин*
2. *Кинематический анализ механизмов*
3. *Динамический анализ механизмов*
4. *Синтез механизмов*
5. *Анализ и синтез зубчатых механизмов*
6. *Кулачковые механизмы*
7. *Механизмы с гибкими звеньями*
8. *Основы теории машин-автоматов*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

1. *Основные понятия и определения теории механизмов и машин*
2. *Кинематический анализ механизмов*
3. *Динамический анализ механизмов*
4. *Синтез механизмов*
5. *Анализ и синтез зубчатых механизмов*
6. *Кулачковые механизмы*
7. *Механизмы с гибкими звеньями*
8. *Основы теории машин-автоматов*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

1. *Основные понятия и определения теории механизмов и машин*
2. *Кинематический анализ механизмов*
3. *Динамический анализ механизмов*
4. *Синтез механизмов*
5. *Анализ и синтез зубчатых механизмов*
6. *Кулачковые механизмы*
7. *Механизмы с гибкими звеньями*
8. *Основы теории машин-автоматов*

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и

свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## **8. Фонд оценочных средств**

### **8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины**

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
1. Основные понятия и определения теории механизмов и машин	ПК-1; ПК-2	Опрос
2. Кинематический анализ механизмов	ПК-1; ПК-2	Опрос
3. Динамический анализ механизмов	ПК-1; ПК-2	Опрос
4. Синтез механизмов	ПК-1; ПК-2	Опрос
5. Анализ и синтез зубчатых механизмов	ПК-1; ПК-2	Опрос
6. Кулачковые механизмы	ПК-1; ПК-2	Опрос
7. Механизмы с гибкими звеньями	ПК-1; ПК-2	Опрос
8. Основы теории машин-автоматов	ПК-1; ПК-2	Опрос

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

1. Что такое механизм?
2. Какие основные элементы входят в состав механизма?
3. Что такое кинематическая пара?
4. Какие виды кинематических пар существуют?
5. Что такое кинематическая цепь?
6. Какие виды кинематических цепей существуют?
7. Что такое звено механизма?
8. Какие типы звеньев существуют?
9. Что такое степень свободы механизма?
10. Как определить число степеней свободы механизма?

## 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Что такое положение звена механизма?
2. Как определить положение звена графическим методом?
3. Как рассчитать скорость звена механизма аналитическим методом?
4. Как вычислить ускорение звена механизма графоаналитическим методом?
5. В чём заключается задача кинематического анализа механизма?
6. Какие методы используются для кинематического анализа механизмов?
7. Какие параметры определяются при кинематическом анализе механизмов?
8. Что такое сила инерции звена механизма?

9. Как рассчитать силу инерции звена аналитически?
10. Что такое мощность механизма?
11. Как определить мощность механизма по его параметрам?
12. Что такое коэффициент полезного действия механизма?
13. Как повысить коэффициент полезного действия механизма?
14. В чём состоит задача динамического анализа механизма?
15. Какие силы действуют на звенья механизма при работе?
16. Что такое синтез механизма?
17. Какие задачи решаются при синтезе механизма?
18. Как выбрать параметры механизма для обеспечения заданных свойств?
19. Какие методы синтеза механизмов существуют?
20. В чём отличие геометрического синтеза от кинематического?
21. Какие факторы учитываются при динамическом синтезе механизмов?
22. Что такое зубчатая передача?
23. Какие виды зубчатых передач существуют?
24. Как определить передаточное отношение зубчатой передачи?
25. Как рассчитать коэффициент полезного действия зубчатой передачи?
26. В чём заключаются особенности планетарных механизмов?
27. Как спроектировать зубчатую передачу с заданными параметрами?

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические	хорошо		71-85

	степени самостоятельности и инициативы	положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

### **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

#### **Основная литература**

1. Чёрная, Л. А. Теория механизмов и машин : учебное пособие / Л. А. Чёрная, Г. А. Тимофеев. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2019. - 176 с. - ISBN 978-5-7038-4939-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1964154>
2. Белов, М. И. Теория механизмов и машин : учебное пособие / М.И. Белов, С.В. Сорокин. — 2-е изд. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2020. — 322 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI: <https://doi.org/10.12737/1742-5>. - ISBN 978-5-369-01742-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1943513>

#### **Дополнительная литература**

1. Вельгодская Т. В., Ковалева Н. В., Тарута Д. В. Теория механизмов и машин. Синтез механизмов. – 2021.

### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

## 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

### 1.Наименование дисциплины: «Метрология, стандартизация, сертификация».

Цель дисциплины

Изучение общих принципов организации метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации

### 2.Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен читать и разрабатывать конструкторскую документацию, а также 3D-модели конструкций образцов изделий с	ПК-1.1 Разрабатывает конструкторскую документацию с применением инженерных знаний и с учетом рационального использования ресурсов. ПК- 1.2 Умеет работать с 3D-моделями, созданными в	<b>Знать:</b> требования, предъявляемые к средствам измерений, требования к идентификация программного обеспечения средств измерений, сведения о методиках (методах) измерений, нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений.

<p>характеристиками, указанными в техническом задании, с учетом требований технологичности.</p>	<p>CAD-системах, строить на их основе модели в CAE-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.</p>	<p><b>Уметь:</b> определять метрологические и технические характеристики средств измерений, составлять описание средств измерений и его назначения. <b>Владеть:</b> принципами построения описания типа средств измерений, принципами определения прослеживаемости поверяемого средства измерений к государственным первичным эталонам.</p>
<p>ПК-2 Способен читать комплекты конструкторской документации и разрабатывать на их основе технологическую документацию с учётом возможности их выполнения на существующем на предприятии оборудовании.</p>	<p>ПК-2.1 Умеет работать с конструкторской документацией, а также с 3D-моделями конструкций образцов изделий с учетом требований технологичности. ПК-2.2 Демонстрирует знания свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров. ПК-2.3 Демонстрирует навыки проведения испытаний для подтверждения свойств материалов.</p>	<p><b>Знать:</b> способы и приёмы наладки, настройки, регулировки и испытания оборудования, тестирование, настройка и обслуживание аппаратно-программных средств; принципы оформления и делопроизводства в области метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации ракетно-космической техники <b>Уметь:</b> самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, моделировать на компьютере устройства, системы и процессы с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ <b>Владеть:</b> основными приёмами разработки технической документации; навыками технико-экономического обоснования новых проектов.</p>
<p>ПК-3 Способен составлять программы испытаний разрабатываемых изделий, разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на необходимую для проведения испытаний оснастку.</p>	<p>ПК-3.1 Умеет работать с конструкторской и технологической документацией при проведении испытаний. ПК-3.2 Демонстрирует умения в работе со специальным оборудованием.</p>	<p><b>Знать:</b> принципы метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации; методы и способы проведения всех видов измерений параметров оборудования. <b>Уметь:</b> применять принципы метрологического обеспечения и способы инструментальных измерений, используемых в области ракетно-космической техники; организовать и осуществить проверку технического состояния и ресурса оборудования; применять современные методы их обслуживания и ремонта. <b>Владеть:</b> основными приёмами технической эксплуатации и метрологического обеспечения</p>

		аппаратуры и устройств и систем ракетно-космической техники.
--	--	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Метрология, стандартизация, сертификация» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Метрология как наука об измерениях	Понятия и основные проблемы метрологии. Физические величины и их измерения. Шкалы измерений. Системы физических величин. Классификация измерений. Принципы, методы и методики измерений. Системы единиц физических величин. Средства измерений (СИ) и их свойства. Метрологические характеристики СИ. Нормирование погрешностей СИ. Класс точности СИ и его

		обозначение. Эталоны и их использование.
2	Тема 2. Теория погрешностей измерений	Понятие погрешности измерений. Модели объекта и погрешности измерений. Источники и классификация погрешностей измерений. Случайные и систематические погрешности. Методы обработки результатов прямых измерений. Однократные измерения. Определение результатов косвенных измерений и оценивание их погрешностей. Записи погрешностей и правила округления.
3	Тема 3 Методы и средства измерений физических величин	Измерение токов и напряжений. Аналоговые и цифровые вольтметры. Цифровые мультиметры. Измерительные генераторы. Генераторы различных диапазонов частот. Цифровые генераторы. Генераторы качающейся частоты и сигналов специальной формы. Генераторы шума. Исследование формы напряжения. Цифровые осциллографы. Скоростные и стробоскопические осциллографы. Измерение частоты и интервалов времени. Резонансный метод. Гетеродинный метод. Измерение частоты методом заряда и разряда конденсатора. Цифровой метод измерения частоты и интервалов времени. Измерение фазового сдвига. Осциллографические методы. Компенсационный метод. Метод преобразования фазового сдвига во временной интервал. Цифровые методы измерения фазового сдвига. Измерение электрической мощности. Измерение мощности в диапазонах низких и высоких частот. Ваттметры на интегральных аналоговых перемножителях. Измерение мощности СВЧ –колебаний. Цифровые ваттметры. Анализ спектра сигналов. Параллельный и последовательный анализ спектра. Цифровой анализ спектра. Быстрое преобразование Фурье. Цифровые анализаторы спектра. Анализаторы спектра на цифровых фильтрах. Измерение нелинейных искажений.

4	Тема 4 Стандартизация и техническое регулирование	Цели стандартизации. Принципы стандартизации. Организация работ по стандартизации. Документы в области стандартизации. Международная стандартизация. Классификация стандартов. Цели применения технических регламентов. Содержание и применение технических регламентов. Виды технических регламентов Порядок разработки и принятия технических регламентов. Государственный контроль и надзор за соблюдением технических регламентов.
5	Тема 5 Сертификация и подтверждение соответствия	Понятие подтверждения соответствия. Принципы подтверждения соответствия. Формы подтверждения соответствия. Добровольное подтверждение соответствия. Обязательное подтверждение соответствия. Сертификация систем обеспечения качества
6	Тема 6 Правовые основы обеспечения единства измерений	Необходимость правового регулирования метрологической деятельности. Основные положения Закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Государственный метрологический контроль и надзор. Калибровка СИ. Ответственность за нарушение законодательства по метрологии. Международные организации по метрологии. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ).

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

- Тема 1: Метрология как наука об измерениях.
- Тема 2: Теория погрешностей измерений.
- Тема 3: Методы и средства измерений физических величин.
- Тема 4: Стандартизация и техническое регулирование
- Тема 5: Сертификация и подтверждение соответствия.
- Тема 6: Правовые основы обеспечения единства измерений.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1: Метрология как наука об измерениях.

Вопросы для обсуждения: Понятия и основные проблемы метрологии. Физические величины и их измерения.

Тема 2: Теория погрешностей измерений.

Вопросы для обсуждения: Погрешности измерений. Модели объекта и погрешности измерений. Методы обработки результатов измерений и оценивание их погрешностей.

Тема 3: Методы и средства измерений физических величин.

Вопросы для обсуждения: Измерение токов и напряжений. Измерительные генераторы. Исследование формы напряжения. Осциллографы. Измерение частоты и интервалов времени. Измерение фазового сдвига. Измерение электрической мощности. Анализ спектра сигналов. Параллельный и последовательный анализ спектра. Цифровой анализ спектра. Быстрое преобразование Фурье. Цифровые анализаторы спектра. Анализаторы спектра на цифровых фильтрах. Измерение нелинейных искажений.

Тема 4: Стандартизация и техническое регулирование.

Вопросы для обсуждения: Стандартизация. Технический регламент.

Тема 5: Сертификация и подтверждение соответствия.

Вопросы для обсуждения: Подтверждение соответствия. Сертификация систем обеспечения качества.

Тема 6: Правовые основы обеспечения единства измерений.

Вопросы для обсуждения: Правовое регулирование метрологической деятельности.

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Понятия и основные проблемы метрологии. Физические величины и их измерения. Погрешности измерений. Модели объекта и погрешности измерений. Методы обработки результатов измерений и оценивание их погрешностей. Измерение токов и напряжений. Измерительные генераторы. Исследование формы напряжения. Осциллографы. Измерение частоты и интервалов времени. Измерение фазового сдвига. Измерение электрической мощности. Анализ спектра сигналов. Параллельный и последовательный анализ спектра. Цифровой анализ спектра. Быстрое преобразование Фурье. Цифровые анализаторы спектра. Анализаторы спектра на цифровых фильтрах. Измерение нелинейных искажений. Стандартизация. Технический регламент. Подтверждение соответствия. Сертификация систем обеспечения качества. Правовое регулирование метрологической деятельности.*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Прямые и косвенные однократные измерения. Обработка и представление результатов однократных измерений при наличии систематической погрешности. Стандартная обработка результатов прямых измерений с многократными наблюдениями. Измерение постоянного напряжения и тока. Измерение переменного напряжения. Изучение методов измерения вольтамперных характеристик двухполюсников. Изучение методов измерения амплитудно-частотных характеристик 4-х полюсников. Изучение измерительных генераторов высоких частот. Измерение параметров периодического напряжения с помощью осциллографа.*

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и

применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## **8. Фонд оценочных средств**

### **8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины**

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно

связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Метрология как наука об измерениях	ПК-1 ПК-2 ПК-3	Тестирование.
Тема 2. Теория погрешностей измерений	ПК-1 ПК-2 ПК-3	Тестирование
Тема 3 Методы и средства измерений физических величин	ПК-1 ПК-2 ПК-3	Тестирование
Тема 4 Стандартизация и техническое регулирование	ПК-1 ПК-2 ПК-3	Тестирование.
Тема 5 Сертификация и подтверждение соответствия	ПК-1 ПК-2 ПК-3	Тестирование.
Тема 6 Правовые основы обеспечения единства измерений	ПК-1 ПК-2 ПК-3	Тестирование.

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые тестовые задания:

По теме 1. Метрология как наука об измерениях

1. Качественной характеристикой физической величины является....

размерность
погрешность измерений
постоянство во времени
размер

2. Основной единицей системы SI не является ...

ампер
кельвин
кандела
вольт

3. Рабочий эталон применяется для ...

сличения эталона-копии
сличения эталона сравнения

передачи размера единицы величины рабочим средствам измерений
сличение с государственных эталоном

4. Свойство, общее в качественном отношении для множества объектов, но индивидуальное в количественном отношении для каждого из них, называется

размером физической величины
размерностью физической величины
физической величиной
фактором

5. По международной системе единиц физических величин сила измеряется

м/с
кг/м·с <sup>2</sup>
рад/с
НЬЮТОН

6. Метрологическими характеристиками средств измерений называются характеристики их свойств,...

оказывающие влияние на объект измерения
оказывающие влияние на результаты и точность измерений
учитывающие условия выполнения измерений
обеспечивающие метрологическую надежность

7. По уровню автоматизации различают средства измерения:

автоматические
автоматизированные
централизованные
неавтоматические
оптимизированные
локальные

8. Утверждение, названное основным постулатом метрологии гласит:

каждый метод измерения имеет свою погрешность
погрешность измерений имеет предел
истинное значение измеряемой величины находится экспериментально
отсчёт при измерении является случайным числом

9. Задачами метрологии являются

установление единиц физических величин
разработка методов оценки погрешности
оформление документации
обеспечение единства измерений и единообразия средств измерений

10. Совокупность основных и произвольных единиц физических величин, образованная в соответствии с принципами для заданной системы физических величин, называется системой...

единиц физических величин
обеспечения единства измерений
классификации
стандартизации

По теме 2. Теория погрешностей измерений

1. По условиям проведения измерений погрешности разделяются на ...

систематические и случайные
методические и инструментальные
основные и дополнительные
абсолютные и относительные

2. При выборе средства измерения температуры производственного помещения  $20 \pm 3$  °C предел допускаемой погрешности измерения следует принять ....

1,5 °C
3,0 °C
0,5 °C
6,0 °C

3. Источником погрешности не является...

примененное средство измерений
примененный метод измерений
отклонение условий выполнения измерений от нормальных
возможное отклонение измеряемой величины

4. При суммировании составляющих погрешностей измерений принимается допущение, что все составляющие погрешности...

имеют нормальное распределение
рассматриваются как случайные величины
суммируются только систематические погрешности
не коррелированы

5. Реальная погрешность измерения оценивается ...

погрешностью применяемого метода
реальную погрешность до выполнения измерений оценить нельзя
суммированием составляющих погрешностей возможных источников
погрешностью средства измерения

6. В основе определения допускаемой погрешности измерения лежит принцип:

пренебрежимо малые влияния погрешности измерения на результат измерения.
случайности значения отсчёта.

погрешности СИ значительно больше других составляющих.
реальная погрешность измерений всегда имеет предел

7. При измерении физической величины прибором погрешность, возникающая при отклонении температуры среды от нормальной следует назвать как ...

Относительную
Инструментальную
Субъективную
Методическую

8. Погрешность измерения размера тонкостенной детали под действием измерительной силы при его контроле является...

дополнительной
инструментальной
методической
грубой

9. Правильность измерений характеризуется...

близостью к нулю случайных погрешностей
отсутствием грубых погрешностей
близостью к нулю систематических погрешностей
отсутствием субъективных погрешностей

10. Вольтметр с пределами измерений 0...250В класса точности 0,2 показывает 200В. Предел допустимой абсолютной погрешности измерения вольтметра равен ....

0,2 В
0,5 В
0,4 В
0,3 В

По теме 3. Методы и средства измерений физических величин

1. Измерения с использованием метода совпадений осуществляют с помощью...

микрометра
манометра
профилометра
штангенциркуля

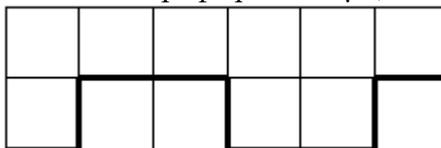
2. Измерения по методу непосредственной оценки реализуются в ...

фазометрах
штангенинструментах
микрометрах
амперметрах

3. По способу формирования выходного сигнала измерительные преобразователи могут быть...

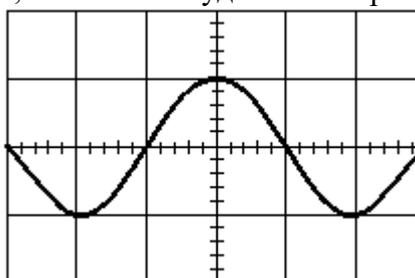
параметрические
синусоидальные
дисперсионные
генераторные

4. Если коэффициент развертки осциллографа равен  $5 \mu\text{s}$ , то частота сигнала равна...



200 кГц
5 кГц
50 кГц
100 кГц

5. Если коэффициент отклонения  $0,2 \text{ В/С}$  амплитуда сигнала равна...



0,8 В
1 В
0,4 В
0,2 В

6. Для измерения температуры до  $2500^\circ\text{C}$  следует применить...

фотоэлектрический цветовой пирометр
кварцевый термометр
термоэлектрический термометр
термометр сопротивления

7. Измерительная система автоматического контроля выполняет функции...

определения работоспособности элемента и локализации неисправности
определения принадлежности объекта к одной из известных групп объектов
получение максимального количества достоверной измерительной информации об объекте
контроля технологических процессов

8. Использование автоматизированной системы контроля и управления сбором данных для выявления неисправностей называется...

автоматической блокировкой
автоматическим регулированием
технической диагностикой
предельной защитой

По теме 4. Стандартизация и техническое регулирование

1. Стандартизация, участие в которой открыто для национальных органов по стандартизации стран только одного географического, политического или экономического региона – это ...

государственная стандартизация
национальная стандартизация
региональная стандартизация
международная стандартизация

2. Документ, устанавливающий технические требования, которым должна удовлетворять продукция или услуга, а также процедуры, с помощью которых можно установить, соблюдены ли данные требования – это ...

рекомендации по стандартизации
национальный стандарт
сертификат
технические условия

3. Основные требования к организации производства и оборота продукции на рынке, к методам выполнения различного рода работ, а также методам контроля этих требований в технологических процессах устанавливают ....

стандарты на продукцию
стандарты на процессы и работы
стандарты на термины и определения
основополагающие стандарты

4. Одним из основных принципов стандартизации, установленных ГОСТ Р 1.0-2004 является

обязательность применения стандартов во всех сферах
добровольность применения стандартов
закрытость информации по стандартам
необязательность достижения консенсуса всех заинтересованных сторон при разработке стандарта

5. Стандарты серии ИСО 9000 разработала...

международная организация по стандартизации
международная электротехническая комиссия
международная организация мер и весов
европейский комитет по стандартизации

6. Технический регламент (в соответствии с ФЗ «О техническом регулировании») представляет собой...

деятельность по установлению правил и характеристик в сферах производства и обращения продукции
документ, который устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования
определенный порядок документального удостоверения соответствия продукции
документ, в котором устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства

7. Правовые основы подтверждения соответствия продукции (или иных объектов) требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров установлены...

ФЗ «О техническом регулировании»
ФЗ «О защите прав потребителей»
ФЗ «О сертификации продукции и услуг»

ФЗ «О стандартизации»
-----------------------

8. Сфера применения ФЗ «О техническом регулировании» распространяется...

на положения о бухучете
на правила аудиторской деятельности
на единую сеть связи РФ
на государственные образовательные стандарты
на стандарты эмиссии ценных бумаг
на требования к продукции
на требования к процессам производства продукции
на требования к выполнению работ и оказанию услуг

9. Требования технических регламентов (в соответствии с ФЗ «О техническом регулировании») обеспечивают...

биологическую и химическую безопасность
взрывобезопасность, пожарную безопасность
единство измерений
юридическая безопасность
безопасность излучений

10. В соответствии с ФЗ «О техническом регулировании» правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных и добровольных требований к продукции, услугам и процессам, а также правовое регулирование отношений в области оценки соответствия называется...

техническим регламентированием
техническим управлением
стандартизацией
техническим регулированием

По теме 5. Сертификация и подтверждение соответствия

1. Документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов

сертификат соответствия
знак соответствия
аттестат
свидетельство о соответствии

2. Законодательные основы сертификации в Российской Федерации определены Федеральным законом...

«О техническом регулировании»
«О сертификации продукции и услуг»
«О стандартизации»
«Об обеспечении единства измерений»

3. Срок действия сертификата соответствия согласно Федеральному закону «О техническом регулировании» устанавливается...

органом по сертификации
соответствующим техническим регламентом
заявителем
аккредитованной испытательной лабораторией (центром)

4. Обязательное подтверждение соответствия может быть в форме...

декларирования соответствия
лицензирования
обязательной сертификации
добровольной сертификации

5. Обязательной сертификации подлежат услуги...

оптовой торговли
технического обслуживания и ремонта транспортных средств
общественного питания
образования

6. Подтверждение соответствия на территории РФ может носить характер ...

добровольный или обязательный
только в форме принятия декларации о соответствии
только добровольный
только обязательный

7. Совокупность правил выполнения работ по сертификации, её участников, и условий функционирования в целом называется...

схемой сертификации
советом по сертификации
органом по сертификации
системой сертификации

8. Этапы процесса аккредитации испытательной лаборатории предусматривают ...

инспекционный контроль
подачу заявки
повторную аккредитацию
проведение экспертизы

9. Обязательной сертификации подлежат:

продукция
персонал
системы качества
услуги

10. Сертификация-это форма подтверждения соответствия требованиям:

технических регламентов
национальных стандартов
экономических законов
положениям международных стандартов

По теме 6. Правовые основы обеспечения единства измерений

1. Единство измерений — это...

техническое устройство, предназначенное для измерений
состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью
совокупность операций, необходимая для обеспечения соответствия измерительного оборудования требованиям, отвечающим его назначению
совокупность операций для установления значения величины

2. Метрологическая служба — это...

совокупность субъектов деятельности и видов работ, направленных на обеспечение единства измерений
постоянное слежение, надзор, а также измерение или испытание через определенные интервалы времени
деятельность метрологической службы, направленная на достижение и поддержание единства измерений
технический комплекс, позволяющий осуществлять измерения

3. Процесс измерения представляет собой...

совокупность операций для установления значения величины
постоянное слежение, надзор, а также измерение через определенные интервалы времени
состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью
совокупность операций, необходимую для обеспечения соответствия измерительного оборудования требованиям, отвечающим его назначению.

4. Средства измерений представляют собой...

совокупность субъектов деятельности и видов работ, направленных на обеспечение единства измерений
техническое устройство, предназначенное для измерений
средство испытаний, представляющие собой техническое устройство для воспроизведения условий испытаний
установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений

5. Центр стандартизации и метрологии (ЦСМ) осуществляет государственный контроль и надзор ....

на определенном предприятии
на всей территории РФ
на всех предприятиях одной отрасли
на определенной закрепленной за ним части территории РФ

6. Состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные пределы с заданной вероятностью называются ...

утверждением типа средств измерений
единством измерений
системой калибровки средств измерений
метрологическим контролем и надзором

7. Государственному метрологическому надзору не подлежит ...

рабочие эталоны, используемые для калибровки средств измерений
рабочие эталоны, используемые для поверки средств измерений
соблюдение метрологических правил и норм
количество товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций

8. Общим в процедуре калибровки и поверки является ...

добровольность проведения процедур
------------------------------------

определение действительных метрологических характеристик средств измерений
возможность установления соответствия не по всем требованиям к средству измерений
обязательность проведения процедур

9. Научной основой обеспечения единства измерений является:

систематизация
метрология
стандартизированные методики выполнения измерений
теоретическая база стандартизации

10. Решение об утверждении типа средств измерений принимается ...

правительством РФ
главным метрологом предприятия
федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии
министерством промышленности и энергетики РФ

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Метрология как наука об измерениях, разделы и задачи метрологии. Единство измерений. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ).
2. Физические величины и их измерения. Определения основных понятий.
3. Классификация измерений. Виды измерений.
4. Принципы, методы и методики измерений.
5. Системы единиц физических величин. Основные определения. Система СИ.
6. Средства измерений и их свойства. Виды средств измерений и их классификация.
7. Метрологические характеристики СИ. Погрешности измерений и их классификация.
8. Эталоны и их использование. Классификация эталонов. Поверка и калибровка средств измерений.
9. Методы обработки результатов прямых и косвенных измерений.
10. Измерение токов и напряжений. Измеряемые параметры напряжения. Аналоговые вольтметры.
11. Цифровые вольтметры. Структурная схема цифрового вольтметра.
12. Кодоимпульсные цифровые вольтметры. Структурная схема и диаграммы работы.
13. Вольтметры с времяимпульсным преобразованием. Структурная схема и диаграммы работы.
14. Времяимпульсные вольтметры с двойным интегрированием. Структурная схема и диаграммы работы.
15. Цифровые мультиметры. Структурная схема цифрового мультиметра с микропроцессором.
16. Измерительные генераторы сигналов. Структурная измерительная схема генератора сигналов. LC – генераторы. RC - генераторы. Измерительный генератор на биениях.
17. Генераторы стандартных сигналов. Генераторы сверхвысоких частот.
18. Цифровой генератор низких частот. Принципы аппроксимации сигналов.
19. Импульсный генератор. Структурная схема и временные диаграммы.
20. Исследование формы напряжения.
21. Структурная схема запоминающего цифрового осциллографа.
22. Структурная схема цифрового осциллографа.

23. Структурная схема резонансного и гетеродинного частотомеров. Структурная схема дискретного гетеродинного преобразователя.
24. Измерение частоты методом заряда и разряда конденсатора. Принцип действия конденсаторного частотомера.
25. Цифровой (дискретного счета) метод измерения частоты. Цифровой частотомер: структурная схема и временные диаграммы.
26. Цифровой метод измерения интервалов времени. Цифровой частотомер в режиме измерения периода.
27. Структурная схема измерителя временных интервалов с микропроцессором.
28. Измерение электрической мощности. Ваттметры электродинамической системы. Ваттметры на интегральных аналоговых перемножителях.
29. Способы измерения мощности СВЧ - колебаний ваттметром: поглощающей мощности, проходящей мощности.
30. Методы измерений малых мощностей СВЧ – колебаний. Схема неуравновешенного моста. Схема уравновешенного моста с терморезистором.
31. Калориметрический метод измерения мощности. Схемы с поглощающей нагрузкой и проходящей мощности.
32. Структурная схема цифрового ваттметра.
33. Анализ спектра сигналов. Параллельный анализ спектра. Структурная схема и временные диаграммы анализатора.
34. Структурная схема и временные диаграммы анализатора спектра последовательного типа.
35. Представление аналогового сигнала дискретным преобразованием Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Структурная схема анализатора с реализацией БПФ.
36. Структурная схема современного цифрового анализатора.
37. Стандартизация. Цели и принципы стандартизации.
38. Организация работ по стандартизации. Документы в области стандартизации.
39. Международная стандартизация. Классификация стандартов.
40. Технические регламенты. Объекты и цели применения технических регламентов.
41. Содержание и применение технических регламентов.
42. Виды технических регламентов. Порядок разработки и принятия технических регламентов.
43. Государственный контроль и надзор за соблюдением технических регламентов.
44. Понятие и цели подтверждения соответствия.
45. Принципы подтверждения соответствия.
46. Формы подтверждения соответствия.
47. Добровольное подтверждение соответствия.
48. Обязательное подтверждение соответствия.
49. Основные положения Закона РФ «О техническом регулировании».
50. Основные положения Закона РФ «Об обеспечении единства измерений».

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i>	отлично	зачтено	86-100

		Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий			
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

### 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

#### Основная литература

1. Эрастов В. Е. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие / В. Е. Эрастов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: ИНФРА-М, 2022. - 1 on-line, 196 с. - (Высшее образование - бакалавриат). - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1834663>

#### Дополнительная литература

1. Схиртладзе А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. для вузов / А.Г. Схиртладзе, Я. М. Радкевич. - Старый Оскол: ТНТ, 2015. - 539 с. - Библиогр.: с. 777-780. - ISBN 978-5-94178-208-6
2. Герасимова Е. Б. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие для вузов / Е. Б. Герасимова, Б. И. Герасимов. - Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014. - 223 с. - (Профессиональное образование). - Библиогр.: с. 218-220 (38 назв.). - ISBN 978-5-91134-203-6. - ISBN 978-5-16-009000-9

3. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие для вузов / под ред. А.С. Сигова. - 3-е изд. - Москва: Форум, 2014. - 328 с. - (Профессиональное образование). - Библиогр.: с. 323-326 (67 назв.). - ISBN 978-5-91134-294-1
4. Мочалов В. Д. Метрология, стандартизация и сертификация. Взаимозаменяемость и технические измерения: учеб. пособие для вузов / В. Д. Мочалов, А. А. Погонин, А.Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: ТНТ, 2014. - 263 с. : табл. - Вариант загл.: Взаимозаменяемость и технические измерения. - Библиогр.: с. 263 (11 назв.). – ISBN 978-5-94178-289-5
5. Сергеев А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация / А. Г. Сергеев, В. В.Терегеря. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2013. - 838, [1] с.: ил., табл. - (Бакалавр. Углубленный курс). - Библиогр.: с. 832-838 (100 назв.). - ISBN 978-5-9916-1954-7. - ISBN 978-5-9692-1356-2
6. Димов Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. для вузов / Ю. В. Димов. - [4-е изд.]. - Москва [и др.]: Питер, 2013. - 496 с.: ил. - (Учебник для вузов) (Стандарт третьего поколения). - Библиогр.: с. 494-496 (50 назв.). - ISBN 978-5-496-00033-8
7. Радкевич Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. для бакалавров вузов / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. - М.: Юрайт, 2012. - 813 с.: ил., табл. - (Бакалавр). - ISBN 978-5-9916-1561-7

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

### **1.Наименование дисциплины: «Вычислительные технологии инженерных расчетов».**

Цель дисциплины: формирование у обучающихся понимания современных методов и инструментов, используемых для проведения инженерных расчетов. Это включает в себя изучение различных численных методов, программного обеспечения для моделирования и анализа, а также практическое применение этих знаний для решения реальных инженерных задач. Главной целью является обеспечение студентов необходимыми навыками для эффективного применения компьютерных технологий в инженерной практике и исследованиях.

### **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен читать и разрабатывать конструкторскую документацию, а также 3D-модели конструкций образцов изделий с характеристиками, указанными в техническом задании, с учетом требований технологичности.	<i>ПК-1.1 Разрабатывает конструкторскую документацию с применением инженерных знаний и с учетом рационального использования ресурсов. ПК-1.2 Умеет работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, строить на их основе модели в САЕ-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.</i>	<b>Знать:</b> Основы численных методов, используемых для решения инженерных задач, включая метод конечных элементов, метод конечных разностей и другие. <b>Уметь:</b> Выбирать источники информации, осуществляет поиск информации и определяет рациональные идеи для решения поставленных задач. <b>Владеть:</b> методами численного моделирования для решения разнообразных инженерных задач.

<p>ПК-2 Способен читать комплекты конструкторской документации и разрабатывать на их основе технологическую документацию с учётом возможности их выполнения на существующем на предприятии оборудовании.</p>	<p><i>ПК-2.1 Умеет работать с конструкторской документацией, а также с 3D-моделями конструкций образцов изделий с учетом требований технологичности.</i></p> <p><i>ПК-2.2 Демонстрирует знания свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.</i></p> <p><i>ПК-2.3 Демонстрирует навыки проведения испытаний для подтверждения свойств материалов.</i></p>	<p><b>Знать:</b> приемы эффективного использования компьютерных технологий в инженерной практике и исследованиях.</p> <p><b>Уметь:</b> применять программное обеспечение для моделирования и анализа, такое как MATLAB, ANSYS, SolidWorks и другие, для решения различных инженерных задач.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками программирования и использования компьютерных технологий для проведения инженерных расчетов.</p>
--	--	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Вычислительные технологии инженерных расчетов» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом

требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Введение в численные методы.	Основные понятия и принципы численного моделирования. Погрешности и устойчивость численных методов. Выбор методов решения уравнений и систем
2	Метод конечных элементов (МКЭ).	Основы метода конечных элементов. Построение конечно-элементной модели. Решение статических и динамических задач методом конечных элементов.
3	Вычислительная гидродинамика.	Моделирование течений с использованием численных методов. Применение вычислительной гидродинамики для анализа и проектирования.
4	Компьютерное моделирование теплообмена и массопереноса.	Применение численных методов для анализа теплообмена и массопереноса. Решение задач теплообмена и массопереноса с использованием компьютерных технологий.
5	Оптимизация и численные методы оптимизации.	Основы оптимизации. Применение численных методов для поиска оптимальных решений в инженерных задачах.
6	Программирование для инженеров	Основы программирования научных расчетов. Использование программирования для автоматизации инженерных расчетов.

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

Тема 1: Введение в численные методы:

- Основные понятия и принципы численного моделирования.
- Погрешности и устойчивость численных методов.
- Выбор методов решения уравнений и систем.

Тема 2. Метод конечных элементов (МКЭ):

- Основы метода конечных элементов.

- Построение конечно-элементной модели.
- Решение статических и динамических задач методом конечных элементов.

Тема 3. Вычислительная гидродинамика:

- Моделирование течений с использованием численных методов.
- Применение вычислительной гидродинамики для анализа и проектирования.

Тема 4. Компьютерное моделирование теплообмена и массопереноса:

- Применение численных методов для анализа теплообмена и массопереноса.
- Решение задач теплообмена и массопереноса с использованием компьютерных технологий.

Тема 5. Оптимизация и численные методы оптимизации:

- Основы оптимизации.
- Применение численных методов для поиска оптимальных решений в инженерных задачах.

Тема 6. Программирование для инженеров:

- Основы программирования научных расчетов.
- Использование программирования для автоматизации инженерных расчетов.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1: Введение в численные методы:

Вопросы для обсуждения: Погрешности и устойчивость численных методов. Выбор методов решения уравнений и систем.

Тема 2. Метод конечных элементов (МКЭ):

Вопросы для обсуждения: Построение конечно-элементной модели. Решение статических и динамических задач методом конечных элементов.

Тема 3. Вычислительная гидродинамика:

Вопросы для обсуждения: Моделирование течений с использованием численных методов. Применение вычислительной гидродинамики для анализа и проектирования.

Тема 4. Компьютерное моделирование теплообмена и массопереноса:

Вопросы для обсуждения: Применение численных методов для анализа теплообмена и массопереноса. Решение задач теплообмена и массопереноса с использованием компьютерных технологий.

Тема 5. Оптимизация и численные методы оптимизации:

Вопросы для обсуждения: Основы оптимизации. Применение численных методов для поиска оптимальных решений в инженерных задачах.

Тема 6. Программирование для инженеров:

Вопросы для обсуждения: Основы программирования научных расчетов. Использование программирования для автоматизации инженерных расчетов.

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:* Принципы дискретизации объекта проектирования (континуальной среды) в МКЭ. Классификация элементов МКЭ. Программных комплексов (ПК) реализующих МКЭ.

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Принципы дискретизации объекта проектирования (континуальной среды) в МКЭ. Классификация элементов МКЭ. Программных комплексов (ПК) реализующих МКЭ.*

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных

работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Введение в численные методы.	ПК-1; ПК-2	Контрольная работа
Метод конечных элементов (МКЭ).	ПК-1; ПК-2	Контрольная работа
Вычислительная гидродинамика.	ПК-1;	Контрольная работа
Компьютерное моделирование теплообмена и массопереноса.	ПК-1; ПК-2	Контрольная работа
Оптимизация и численные методы оптимизации.	ПК-1;	Контрольная работа
Программирование для инженеров	ПК-1; ПК-2	Контрольная работа

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые задания практических, контрольных работ:

По теме «Компьютерное моделирование теплообмена и массопереноса»

- 1) Решение уравнения теплопроводности методом конечных разностей  
Дано уравнение теплопроводности в одномерной постановке:

$$\partial u / \partial t = \alpha \partial^2 u / \partial x^2$$

где  $u$  - температура,  $t$  - время,  $x$  - координата, а  $\alpha$  - коэффициент теплопроводности. Известны начальные условия:  $u(x,0) = f(x)$ , граничные условия:  $u(0,t) = u(L,t) = 0$ , где  $L$  - длина стержня.

Требуется численно решить данное уравнение методом конечных разностей на отрезке  $[0, L]$  с использованием явной или неявной схемы. Необходимо выбрать шаг по времени и по координате, а также провести анализ стабильности и сходимости полученного численного решения.

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов и заданий к зачету:

1. Объясните основные принципы численных методов.
2. Чем отличаются метод конечных разностей, метод конечных элементов и метод конечных объемов?
3. Какие методы численного интегрирования существуют? В чем их различия и когда их следует применять?
4. Расскажите о принципах численного решения дифференциальных уравнений.
5. Приведите пример задачи, которая может быть решена методом конечных элементов.
6. Напишите алгоритм численного решения задачи на языке программирования по вашему выбору.
7. Какие методы численного моделирования используются для решения динамических задач?
8. Примените метод конечных разностей для решения уравнения теплопроводности.
9. Какие существуют методы оценки точности численного решения?
10. Рассмотрите пример использования программного обеспечения для численного моделирования (например, MATLAB, ANSYS, COMSOL).
11. Какие погрешности могут возникнуть при численном моделировании и как их можно учесть?
12. Опишите процесс подготовки отчета о выполненной работе по численному моделированию.
13. Какие методы численного решения дифференциальных уравнений вы знаете? Приведите примеры их применения.
14. Оцените преимущества и недостатки различных численных методов при решении инженерных задач.
15. Проведите сравнительный анализ результатов, полученных различными численными методами для одной и той же задачи.

### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать,	хорошо		71-85

	широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

### 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

#### Основная литература

- 1) Видин, Ю. В. Инженерные методы расчета задач теплообмена [Электронный ресурс] : монография / Ю. В. Видин, В. В. Иванов, Р. В. Казаков. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. - 168 с. - ISBN 978-5-7638-2940-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/506059>

#### Дополнительная литература

- 1) С. К. Ландо, "Методы оптимизации", Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2003.
- 2) Ю. С. Колесников, "Инженерные расчеты в среде Mathcad: учебное пособие", Москва, Горячая линия-Телеком, 2010.
- 3) А. Н. Антонов, "Программирование на языке высокого уровня C++", Москва, Бином-Пресс, 2015.
- 4) Д. Э. Кнут, "Искусство программирования", том 1-4, Москва, Вильямс, 2006.
- 5) В. Н. Григорьев, "Вычислительные технологии в инженерных расчетах: учебное пособие", Москва, Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018.
- 6) А. В. Дубинин, "Методы оптимизации в инженерных расчетах", Москва, Логос, 2009.

### 10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы

- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантиана (<https://elib.kantiana.ru/>)

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

### **1.Наименование дисциплины: «Технология конструкционных материалов».**

Цель дисциплины - изучение технологий получения и обработки материалов, позволяющее делать обоснованный выбор материала и назначению его обработки для получения оптимальных свойств, обеспечивающих высокую надежность в процессе эксплуатации современных конструкционных материалов.

### **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p><i>ПК-1</i> Способен читать и разрабатывать конструкторскую документацию, а также 3D-модели конструкций образцов изделий с характеристиками, указанными в техническом задании, с учетом требований технологичности.</p>	<p><i>ПК-1.1 Разрабатывает конструкторскую документацию с применением инженерных знаний и с учетом рационального использования ресурсов.</i> <i>ПК-1.2 Умеет работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, строить на их основе модели в САЕ-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.</i></p>	<p><b>Знать:</b> способы получения материалов, технологии формообразования (литье, обработку металлов давлением, сварку, пайку, обработку резанием, получение изделий из порошковых материалов) <b>Уметь:</b> пользоваться справочной и другой литературой при решении практических задач, применять средства измерения для контроля качества продукции и технологических процессов <b>Владеть:</b> методикой разработки технологических процессов изготовления отливок, штамповки, обработки на станках токарной группы, сварки, получения порошковых композиционных материалов</p>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технология конструкционных материалов» представляет собой дисциплину Б1.В.03.04 части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к факультативным дисциплинам.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая

тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Производство металлов и сплавов	Материалы для производства металлов. Производство чугуна. Производство стали. Производство цветных металлов
2	Литейное производство	Общая технологическая схема изготовления отливки. Теоретические основы производства отливок. Литейные свойства сплавов. Технологические требования к конструкции отливки. Способы изготовления отливок. Виды брака и контроль качества отливок. Специальные методы получения отливок
3	Обработка металлов давлением	Сущность обработки металлов давлением. Факторы, влияющие на пластичность металла. Влияние обработки давлением на структуру и механические свойства металлов и сплавов. Основные виды обработки металлов давлением. Нагрев металлов перед обработкой давлением. Основные типы нагревательных устройств
4	Сварочное производство	Сварочные материалы: проволока, лента, электроды, флюсы, защитные газы. Свариваемость металлов. Классификация сварочных соединений и швов. Основные современные способы сварки металлов. Газовая, контактная, дуговая сварка.
5	Обработка материалов резанием	Физические основы резания металлов. Рабочие движения при резании. Геометрия режущего инструмента. Виды режущего инструмента.
6	Порошковая металлургия	Технология порошковой металлургии. Композиционные порошковые материалы. Особенности и применение

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

*Тема 1:* Производство металлов и сплавов

*Тема 2:* Литейное производство

*Тема 3:* Обработка металлов давлением

*Тема 4:* Сварочное производство

*Тема 5:* Обработка металлов резанием

*Тема 6:* Порошковая металлургия

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

1. Производство сталей и чугунов
2. Литейное производство (решение задач)
3. Обработка металлов давлением (решение задач)
4. Обработка металлов резанием (решение задач)
5. Сварочное производство
- 6.. Композиционные материалы, полученные методами порошковой металлургии (решение задач)

Рекомендуемый перечень тем *лабораторных работ (при наличии) нет*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по темам курса*

*Выполнение индивидуальных заданий, выдаваемых на практических занятиях, по темам курса.*

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Производство металлов и сплавов	<i>ПК-1</i>	Контрольные работы проводятся в форме тестирования
Литейное производство	<i>ПК-1</i>	Контрольные работы проводятся в форме тестирования
Обработка металлов давлением	<i>ПК-1</i>	Контрольные работы проводятся в форме тестирования
Сварочное производство	<i>ПК-1</i>	Контрольные работы проводятся в форме тестирования
Обработка материалов резанием	<i>ПК-1</i>	Контрольные работы проводятся в форме тестирования
Порошковая металлургия	<i>ПК-1</i>	Контрольные работы проводятся в форме тестирования
Производство металлов и сплавов	<i>ПК-1</i>	Контрольные работы проводятся в форме тестирования

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Пример тестовых заданий для оценки знаний

1. Способность металлов и сплавов в расплавленном состоянии воспроизводить рельеф формы, называется...

**(жидкотекучестью)**

2. Высококачественные стали выплавляют в...

**(электродуговых печах)**

3. Горную породу из которой целесообразно извлекать металлы, называют...

**(рудой)**

4. Какими способами можно изготавливать составные изделия из термореактивных пластмасс?

**(склеиванием и механическим соединением)**

5. Материалы, устойчивые к абразивному изнашиванию, должны обладать...

**(высокой твердостью поверхностного слоя)**

6. К термореактивным полимерам относится

а) поливинилхлорид

**б) фенолформальдегид**

в) полиэтилен

г) полистирол

7. Технологический процесс получения неразъемных соединений за счет межатомных и межмолекулярных сил связи называется...

**(сваркой)**

8. Мощный стабильный разряд электричества в ионизированной атмосфере газов и паров металлов называется...

а) ионизацией

**б) электрической дугой**

в) лазерным лучом

г) поляризацией

9. Соединение металлических деталей в твердом состоянии с помощью присадочного сплава (металла) называется

**(пайкой)**

10. Процесс соединения деталей нагревом их в месте контакта до пластического или жидкого состояния с применением сильного сжатия

**а) сваркой трением**

б) холоднопрессовой сваркой

в) сваркой взрывом

г) контактной сваркой

11. Из серого чугуна изготавливают такие ответственные детали, как станины металлорежущих станков. Почему?

(серый чугун обладает высокими демпфирующими свойствами)

12. Как получают ковкий чугун?

(отжигом белого чугуна)

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Производство чугуна.
2. Производство стали
3. Литейное производство. Литейные свойства сплавов. Технологические требования к конструкции отливки.
4. Способы изготовления отливок. Виды брака и контроль качества отливок
5. Специальные методы получения отливок.
6. Сущность обработки металлов давлением.
7. Основные виды обработки металлов давлением
8. Свариваемость металлов. Классификация сварочных соединений и швов. Основные современные способы сварки металлов
9. Физические основы резания металлов. Геометрия режущего инструмента. Виды режущего инструмента.
10. Принципы получения композиционных материалов методами порошковой металлургии

### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно изученных источников	хорошо		71-85

	ьной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **Основная литература**

1. Технология конструкционных материалов: учебное пособие / В.П. Глухов, В.Л. Тимофеев, В.Б. Фёдоров, А.А. Светлов; под общ. ред. В.Л. Тимофеева. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 272 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015263-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1021172>

### **Дополнительная литература**

1. Матюшкин Б.А., Денисов В. И. Технология конструкционных материалов - Издательство: НИЦ ИНФРА-М, 2024 - 263с.
2. Моисеев О. Н. и др. Практикум по дисциплине «Материаловедение. Технология конструкционных материалов». В 2-х частях/О.Н. Моисеев, Л.Ю. Шевырев, П.А.Иванов- Издательство: Директ-Медиа, 2019.
3. Гапич Д. С. и др. Лабораторный практикум по материаловедению и технологии конструкционных материалов. В 2 частях/ Д. С. Гапич А.В. , В.А., Н.А. Громцева - Издательство: Волгоградский государственный аграрный университет , 2021 – 116с.
4. Давыдов С. В., Богданов Р. А. Материаловедение и технология конструкционных материалов Издательство: - Инфра-Инженерия, 2020- 256с.
5. Масанский О. А. и др. Материаловедение и технологии конструкционных материалов/
6. О.А. Масанский, В.С. Казаков, А.М. Токмин, Л.А. Свечникова, Е.А. -Издательство: Сибирский федеральный университет, 2019 – 336с.
7. Иванников В. П. Основы материаловедения. Конструкционные материалы и технологии - Издательство: Инфра-Инженерия, 2022 – 300с.

## **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

### **1.Наименование дисциплины: «Материаловедение».**

Цель дисциплины - изучение закономерностей, определяющих строение и свойства материалов в зависимости от их состава и технологий обработки, позволяющих формировать у

студентов способность к обоснованному выбору материала и назначению обработки для получения оптимальных свойств, обеспечивающих высокую надежность в процессе эксплуатации современных конструкционных материалов.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p><b>ПК-2</b> Способен читать комплекты конструкторской документации и разрабатывать на их основе технологическую документацию с учётом возможности их выполнения на существующем на предприятии оборудовании.</p>	<p><b>ПК-2.1</b> <i>Умеет работать с конструкторской документацией, а также с 3D-моделями конструкций образцов изделий с учетом требований технологичности.</i>  <b>ПК-2.2</b> <i>Демонстрирует знания свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.</i>  <b>ПК-2.3</b> <i>Демонстрирует навыки проведения испытаний для подтверждения свойств материалов.</i></p>	<p><b>Знать:</b> строение и свойства материалов; классификацию, маркировку, механические свойства, режимы упрочняющей термической обработки и области применения сталей – основных материалов промышленности; методы и средства контроля качества продукции, закономерности и практические способы воздействия на механические свойства металлических сплавов путем изменения их химического состава и структуры  <b>Уметь:</b> пользоваться справочной и другой литературой при решении практических задач, применять средства измерения для контроля качества продукции и технологических процессов  <b>Владеть:</b> методикой выбора конструкционных материалов для изготовления элементов машин и механизмов; методикой назначения термической обработки детали с учетом ее условий эксплуатации, методиками контроля качества продукции и технологических процессов</p>

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Материаловедение» представляет собой дисциплину Б1.В.03.05 части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к факультативным дисциплинам.

## 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной

внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

## 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Кристаллическое строение металлических материалов	Основные понятия. Классификация материалов. Кристаллическое строение материалов. Кристаллизация. Строение металлов и сплавов. Типы кристаллических решеток и связей в твердых телах. Реальное строение металлических кристаллов. Дефекты кристаллов.
2	Основные свойства металлов и сплавов	Основные свойства металлов и сплавов: физические, химические, технологические и механические
3	Диаграммы состояния сплавов. Железо и его сплавы	Диаграмма железо-углерод. Классификация сталей и чугунов. Углеродистые конструкционные стали обыкновенного качества и углеродистые качественные конструкционные стали, инструментальные углеродистые стали, их свойства и назначение. Белые, серые, ковкие, и высокопрочные чугуны, их структура, свойства, назначения и области применения. Легированные конструкционные стали и легированные инструментальные стали, их свойства и области применения
4	Основы термической и химико-термической обработки и поверхностного упрочнения	Основные параметры и виды термической обработки металлов и сплавов. Превращение в стали при нагреве и охлаждении. Отжиг стали и различные его виды, нормализация стали. Закалка стали и ее виды, дефекты закалки. Прокаливаемость и закаливаемость стали. Отпуск стали,

		назначение и виды отпуска, превращения, происходящие при отпуске. Химико-термическая обработка стали: цементация, цианирование, азотирование, диффузионная металлизация. Гермомеханическая обработка стали
5	Цветные металлы и сплавы	Сплавы на основе легких металлов: магния, алюминия, титана. Медь и ее сплавы: латуни, бронзы, медно-никелевые сплавы. Жаропрочные и жаростойкие никелевые сплавы. Основные свойства сплавов на основе цветных металлов и область их применения.
6	Неметаллические конструкционные материалы	Строение, свойства и области применения неметаллических материалов: полимеры, пластмассы, резины. Композиционные материалы

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

### ***Раздел 1. Материаловедение***

*Тема 1:* Кристаллическое строение металлических материалов

*Тема 2:* Основные свойства металлов и сплавов

*Тема 3:* Железо и его сплавы

*Тема 4:* Основы термической и химико-термической обработки и поверхностного упрочнения

*Тема 5:* Цветные металлы и сплавы

*Тема 6:* Неметаллические конструкционные материалы

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

1. Измерение твердости металлических материалов

2. Микроанализ сталей и чугунов

3. Легированные стали и сплавы

4. Инструментальные материалы

5. Влияние термической обработки на микроструктуру и свойства углеродистой стали

6. Выбор машиностроительных сталей (решение задач)

7. Выбор инструментальных материалов (решение задач)

8. Выбор коррозионностойких материалов (решение задач)

9. Выбор жаропрочных и жаростойких сталей (решение задач)

10. Применение цветных металлов и сплавов (решение задач)

11. Применение неметаллических материалов (решение задач)

Рекомендуемый перечень тем *лабораторных работ (при наличии) нет*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по темам курса*

*Выполнение индивидуальных заданий, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:* Выбор машиностроительных сталей, Выбор инструментальных материалов, Выбор коррозионностойких материалов, Выбор жаропрочных и жаростойких

сталей, Применение цветных металлов и сплавов, Применение неметаллических материалов

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем

дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

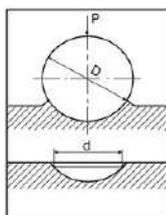
Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Кристаллическое строение металлических материалов	ПК-2	Контрольные работы проводятся в форме тестирования
Основные свойства металлов и сплавов	ПК-2	Контрольные работы проводятся в форме тестирования
Диаграммы состояния сплавов. Железо и его сплавы	ПК-2	Контрольные работы проводятся в форме тестирования
Основы термической и химико-термической обработки и поверхностного упрочнения	ПК-2	Контрольные работы проводятся в форме тестирования
Цветные металлы и сплавы	ПК-2	Контрольные работы проводятся в форме тестирования
Неметаллические конструкционные материалы	ПК-2	Контрольные работы проводятся в форме тестирования

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Тестовые задания для оценки знаний

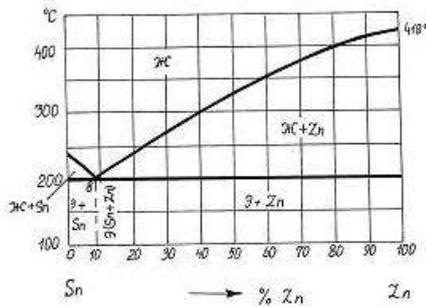
1. Фазы, входящие в состав перлита:

- а) феррит
- б) ледебурит
- в) аустенит
- г) цементит



2. На рисунке показана схема измерения твердости по методу...

**(Бринелля)**



3. Фазовый состав сплава, содержащего 40% Sn и 60% Zn, при температуре 300°C:  
**( жидкая фаза и кристаллы Zn)**

4. Способность металлов и сплавов в расплавленном состоянии воспроизводить рельеф формы, называется...  
**( жидкотекучестью)**

5. Среди нижеперечисленных сталей цементуемыми являются

а) X12M1, У10

**б) 15ХФ, 20**

в) 40ХНЗМА, 30ХГСА

г) 65, ШХ15

6. Сплав марки Л80 – это...

**а) сплав меди с цинком, содержащий 80% меди**

б) сплав меди с оловом, содержащий 80% меди

в) литейный алюминиевый сплав, содержащий 80% алюминия

г) сплав меди с цинком, содержащий 80% цинка

7. Форма графита в высокопрочном чугуна...

**(шаровидная)**

8. Содержание углерода в улучшаемых сталях составляет...

а) 0,1...0,25%

**б) 0,3...0,5%**

в) 0,6...0,8%

г) 0,8...1,0%

9. Инструментальными сталями являются

**а) Р9, У10**

б) ШХ15, 40Х

в) 40ХН2МА, А22

г) 38ХН3МФ, 65Г

10. Пересыщенный раствор углерода в  $\alpha$ -железе, полученный при охлаждении аустенита со скоростью, большей критической, называется...

**(мартенситом)**

11. Какое максимальное содержание углерода в стали?

- а) 1,0%
- б) 0,8%
- в) 2,14%**
- г) 4,3%

12. Перечислите фазы железоуглеродистых сплавов по диаграмме состояния «Железо - углерод»

- а) аустенит, перлит
- б) жидкая фаза, аустенит, феррит, цементит**
- в) аустенит, цементит
- г) аустенит, феррит, перлит

13. Назовите основные свойства технического алюминия

- 1) прочность, высокая электропроводность
- 2) высокая вязкость
- 3) высокая пластичность, высокая электропроводность и коррозионная стойкость**

14. Какова температура нагрева дуралюминов под закалку?

- 1) 400-450<sup>0</sup>С
- 2) 500-520<sup>0</sup>С**
- 3) 520-530<sup>0</sup>С
- 4) 550<sup>0</sup>С

15. Какие сплавы на основе алюминия называются силуминами?

**(сплавы алюминия с кремнием (4...13%Si))**

16. Что представляет собой латунь?

- 1) сплав меди с оловом
- 2) сплав меди с цинком**
- 3) сплав меди со свинцом
- 4) сплав меди с алюминием

17. Что означает число в марке латуни Л80?

**(содержание в латуни меди)**

18. Какие сплавы называют бронзами?

**(меди с другими элементами, кроме цинка и никеля в качестве основных)**

19. Укажите маркировку оловянной бронзы, содержащей 10 % олова...

**(БрО10)**

20. Оптимальная температура нагрева под закалку стали У13 составляет...

**( 770<sup>0</sup>С)**

**8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**

1. Классификация конструкционных материалов. Сырье для производства металлов и неметаллов
2. Кристаллизация металлов и основные параметры, характеризующие этот процесс. Основные типы кристаллических решеток и параметры их характеризующие.
3. Дефекты кристаллического строения и их влияние на механические свойства металлов. Объясните, почему реальная прочность сплавов, реализуемая на практике, ниже теоретической на один-два порядка? Каковы основные направления повышения конструкционной прочности металлов?
4. Основные свойства металлов.
5. Механические свойства металлов и сплавов и их основные параметры.
6. Связь между напряжением и деформацией.
7. Полиморфные превращения в металлах. Полиморфизм железа.
8. Влияние нагрева на строение и свойства деформированного металла. Возврат, полигонизация, рекристаллизация
9. Примеси и легирующие добавки в составе стали
10. Классификация видов термической обработки.
11. Охарактеризовать четыре основных превращения в сталях при нагреве и охлаждении.
12. Виды закалки.
13. Отпуск стали, виды отпуска стали.
14. Нормализация стали и практическое ее использование.
15. Отжиг и его назначение.
16. Диффузионная металлизация. Алитирование, силицирование, хромирование
17. Химико-термическая обработка стали. Цементация (газовая и в твердом карбюризаторе).
18. Азотирование стали, виды и цель азотирования деталей машин.
19. Цианирование (нитроцементация) стали.
20. Термомеханическая обработка (НТМО и ВТМО).
21. Основное назначение легирующих элементов в конструкционных сталях.
22. Цементуемые конструкционные стали. Область их применения.
23. Улучшаемые конструкционные стали. Область их применения.
24. Рессорно-пружинные стали, их термообработка и область применения.
25. Износостойкие материалы, работающие в условиях действия ударного изнашивания.
26. Коррозионностойкие (нержавеющие) стали.
27. Шарикоподшипниковые стали. Марки. Термическая обработка этих сталей
28. Классификация инструментальных сталей.
29. Быстрорежущие стали, их область применения и термообработка инструментов, изготовленных из этих сталей.
30. Твердые сплавы, их классификация, марки и область применения.
31. Медь и сплавы на ее основе.
32. Латунь. Основные элементы, входящие в состав латуни. Влияние легирующих элементов на свойства обычных и специальных латуней. Маркировка латуней. Применение.
33. Бронзы. Марки бронз. Применение.
34. Алюминий и сплавы на его основе.
35. Деформируемые алюминиевые сплавы.
36. Литейные алюминиевые сплавы.
37. Баббиты. Применение. Требования, предъявляемые к свойствам баббитов.
38. Классификация полимеров.
39. Термопластичные и терморезистивные пластмассы и область их применения

#### **8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания**

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

### 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

#### Основная литература

1. Стуканов, В. А. Материаловедение : учебное пособие / В.А. Стуканов. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. — 368 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0711-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1911145>

2. Материаловедение : учебное пособие для вузов / Л.В. Тарасенко, С.А.Пахомова, М.В. Унчикова, С.А. Герасимов ; под ред. Л.В. Тарасенко.— Москва : ИНФРА-М, 2022. — 475 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004868-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1943586>

#### **Дополнительная литература**

1. Матюшкин Б.А., Денисов В. И. Технология конструкционных материалов - Издательство: НИЦ ИНФРА-М, 2024 - 263с.
2. Моисеев О. Н. и др. Практикум по дисциплине «Материаловедение. Технология конструкционных материалов». В 2-х частях/О.Н. Моисеев, Л.Ю. Шевырев, П.А.Иванов- Издательство: Директ-Медиа , 2019.
3. Гапич Д. С. и др. Лабораторный практикум по материаловедению и технологии конструкционных материалов. В 2 частях/ Д. С. Гапич ,А.В. , В.А., Н.А. Громцева - Издательство: Волгоградский государственный аграрный университет , 2021 – 116с.
4. Давыдов С. В., Богданов Р. А. Материаловедение и технология конструкционных материалов Издательство: - Инфра-Инженерия, 2020- 256с.
5. Масанский О. А. и др. Материаловедение и технологии конструкционных материалов/
6. О.А. Масанский, В.С. Казаков, А.М. Токмин , Л.А. Свечникова , Е.А. -Издательство: Сибирский федеральный университет, 2019 – 336с.
7. Иванников В. П. Основы материаловедения. Конструкционные материалы и технологии - Издательство: Инфра-Инженерия , 2022 – 300с.

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

## 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

### Программа итоговой аттестации по модулю

Определение результатов освоения модуля на основе вычисления оценки по каждому элементу модуля.

Оценка по модулю рассчитывается по формуле:

$$R_j^{\text{мод}} = \frac{k_1 R_1 + k_2 R_2 + k_3 R_3 + \dots + k_n R_n + k_{\text{пр}} R_{\text{пр}} + R_{\text{кур}}}{k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_{\text{пр}}}$$

Где:

$R_j^{\text{мод}}$  – оценка по модулю

$k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  – зачетные единицы дисциплин, входящих в модуль

$k_{\text{пр}}$  – зачетные единицы по практике

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  – оценки по дисциплинам модуля

$R_{\text{пр}}$  – оценка по практике

$R_{\text{кур}}$  – оценка по курсовой работе

В случае, если по дисциплине предусмотрен зачет без оценки, то за оценку по дисциплине принимается «5».

В случае, если по модулю применяется балльно-рейтинговая система, то

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  – рейтинговые баллы студента по дисциплинам модуля

$R_{\text{пр}}$  – рейтинговые баллы студента по практике

$R_{\text{кур}}$  – рейтинговые баллы студентпо курсовой работе

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»  
ОНК «Институт высоких технологий»  
Высшая школа нанотехнологий и инженерии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**

**«Конструкторский»**

**Шифр: 16.03.01**

**Направление подготовки: Техническая физика**

**Профиль: Прикладная физика наукоемких производств**

**Квалификация (степень) выпускника: Физик. Инженер-физик**

## Лист согласования

**Составители:** Кристина Александровна Гриценко, к.ф.-м.н., Директор ВШ Нанотехнологий и инженерии, научный сотрудник НОЦ «Умные материалы и передовые технологии»; Кулик Арина Дмитриевна, ассистент, руководитель образовательных программ БФУ им. И. Канта, инженер-конструктор АО «ОКБ Факел».

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от 7 марта 2024 г.

Председатель Ученого совета ОНК  
«Институт высоких технологий»

Юров А. В.

Руководитель ОНК «Институт высоких  
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Руководитель образовательных программ

Кулик А. Д.

## Содержание

1. Название образовательного модуля
2. Характеристика образовательного модуля
3. Методические указания для обучающихся по освоению модуля
4. Программы дисциплин образовательного модуля:
  - 4.1. Автоматика, регулирование и питание ЭРД
  - 4.2. Детали машин и основы конструирования
  - 4.3. Конструкция, расчет и ресурс ЭРД и ЭУ
  - 4.4. Теория и практика теплофизического эксперимента
5. Программа практики
6. Программа итоговой аттестации по модулю

## 1. Название модуля: «Конструкторский»

### 2. Характеристика модуля

#### 2.1. Образовательные цели и задачи

Модуль ставит своей целью создать условия для эффективного формирования и развития профессиональных компетенций

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- *Изучение основ проектирования и конструирования ракетно-космических систем, включая принципы работы, основные компоненты и их взаимодействие.*
- *Освоение методов расчёта и анализа характеристик ракетных двигателей, систем управления, навигации и других ключевых элементов космических аппаратов.*
- *Приобретение навыков разработки конструкторской документации, включая чертежи, схемы, спецификации и другие документы, необходимые для производства и эксплуатации ракетно-космического оборудования.*
- *Знакомство с современными технологиями и материалами, используемыми в ракетно-космическом проектировании, а также с методами их выбора и применения.*
- *Развитие умения анализировать и оптимизировать конструкции ракетно-космических систем с учётом требований к надёжности, эффективности и безопасности.*

#### 2.2. Образовательные результаты выпускника

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен читать и разрабатывать конструкторскую документацию, а также 3D-модели конструкций образцов изделий с характеристиками, указанными в техническом задании, с учетом требований технологичности.	ПК-1.1 Разрабатывает конструкторскую документацию с применением инженерных знаний и с учетом рационального использования ресурсов.  ПК-1.2 Умеет работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, строить на их основе модели в САЕ-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.	<b>Знать:</b> основы проектирования и конструирования ракетно-космических систем;  принципы работы, основные компоненты и их взаимодействие;  <b>Уметь:</b> разрабатывать конструкторскую документацию;  анализировать и оптимизировать конструкции ракетно-космических систем с учётом требований к надёжности, эффективности и безопасности;  <b>Владеть:</b> навыками разработки конструкторской документации;

<p>ПК-3</p> <p>Способен составлять программы испытаний разрабатываемых изделий, разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на необходимую для проведения испытаний оснастку.</p>	<p>ПК-3.1 Умеет работать с конструкторской и технологической документацией при проведении испытаний.</p> <p>ПК-3.2 Демонстрирует умения в работе со специальным оборудованием.</p>	<p><b>Знать:</b> методы расчёта и анализа характеристик ракетных двигателей, систем управления, навигации и других ключевых элементов космических аппаратов;</p> <p>современные технологии и материалы, используемые в ракетно-космическом проектировании.</p> <p><b>Уметь:</b> работать с компьютерными программами для проектирования и моделирования ракетно-космических конструкций.</p> <p><b>Владеть:</b> методами расчёта и анализа характеристик ракетных двигателей, систем управления, навигации и других элементов космических аппаратов;</p>
--	--	--

### 3. Методические указания для обучающихся по освоению модуля

Освоение дисциплин модуля закладывает базу для будущей профессиональной деятельности в сфере 25 Ракетно-Космическая Промышленность. Оно должно начинаться с внимательного ознакомления с рабочими программами дисциплин, обязательными компонентами которых являются: перечень тем, подлежащих усвоению; задания; списки учебных пособий и рекомендуемой литературы; списки контрольных вопросов, заданий.

При изучении дисциплин модуля необходимо последовательно переходить от дисциплины к дисциплине, от темы к теме, следуя внутренней логике, заложенной в программе дисциплины модуля. Только так можно достичь полного понимания материала, хорошей ориентации в специальной литературе, формирования собственной точки зрения и умений практического характера. Для более глубокого и эффективного освоения дисциплин рекомендуется предварительная подготовка к занятиям.

#### 1. Программы дисциплин модуля

##### 1. Наименование дисциплины: «Автоматика, регулирование и питание ЭРД».

##### Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины «Автоматика, регулирование и питание ЭРД» — дать студентам знания и навыки, необходимые для понимания принципов работы, проектирования, эксплуатации и ремонта систем автоматического управления, регулирования и питания электроракетных двигателей (ЭРД).

##### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с

### планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p><i>ПК-1</i> Способен читать и разрабатывать конструкторскую документацию, а также 3D-модели конструкций образцов изделий с характеристиками, указанными в техническом задании, с учетом требований технологичности.</p>	<p><i>ПК-1.1</i> Разрабатывает конструкторскую документацию с применением инженерных знаний и с учетом рационального использования ресурсов. <i>ПК-1.2</i> Умеет работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, строить на их основе модели в САЕ-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.</p>	<p><b>Знать:</b> основные понятия и принципы автоматизации, регулирования и электропитания ЭРД <b>Уметь:</b> анализировать типовые схемы автоматического регулирования и их характеристики <b>Владеть:</b> навыками моделирования и анализа работы систем управления с использованием современных программных средств.</p>
<p><i>ПК-3</i> Способен составлять программы испытаний разрабатываемых изделий, разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на необходимую для проведения испытаний оснастку.</p>	<p><i>ПК-3.1</i> Умеет работать с конструкторской и технологической документацией при проведении испытаний. <i>ПК-3.2</i> Демонстрирует умения в работе со специальным оборудованием.</p>	<p><b>Знать:</b> методы расчёта и проектирования систем автоматического управления и регулирования ЭРД <b>Уметь:</b> анализировать типовые схемы автоматического регулирования и их характеристики <b>Владеть:</b> навыками исследования принципов регулирования и стабилизации параметров в системах автоматического управления;</p>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Автоматика, регулирование и питание ЭРД» представляет собой дисциплину Б1.В.ДВ.02.01.01.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

## 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	1. Введение в автоматизацию, регулирование и питание ЭРД	В этой теме даётся обзор основных понятий и принципов работы автоматических систем, а также их применения в различных областях техники. Рассматриваются основные компоненты автоматических систем: датчики, регуляторы, исполнительные механизмы и т. д.
2	2. Основы теории автоматического управления	Изучаются принципы работы автоматических систем с обратной связью. Рассматриваются различные типы регуляторов (П, ПИ, ПД, ПИД) и их характеристики. Анализируются типовые схемы автоматического регулирования и их применение в реальных системах.
3	3. Методы и средства автоматизации	Описываются методы измерения и контроля параметров технологических процессов. Рассматриваются различные типы датчиков и исполнительных механизмов, используемых в автоматических системах. Изучаются микропроцессорные устройства для автоматизации управления.
4	4. Регулирование и стабилизация	Исследуются принципы регулирования и стабилизации параметров в системах автоматического управления. Рассматриваются законы регулирования (П, ПИ, ПД, ПИД), их

		<i>характеристики и области применения.</i>
5	<i>5. Электроракетные двигатели (ЭРД)</i>	<i>Дается обзор принципов работы ЭРД, их классификации и характеристик. Рассматриваются вопросы расчёта и проектирования систем питания ЭРД с учётом требований к надёжности и эффективности.</i>
6	<i>6. Системы управления ЭРД</i>	<i>Разрабатываются алгоритмы управления и регулирования ЭРД. Моделируются и анализируются системы управления с использованием современных программных средств.</i>
7	<i>7. Безопасность и надёжность</i>	<i>Рассматриваются вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации систем автоматики и ЭРД. Обсуждаются методы повышения надёжности работы оборудования за счёт применения современных технологий и материалов.</i>

#### **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

- 1. Введение в автоматику, регулирование и питание ЭРД*
- 2. Основы теории автоматического управления*
- 3. Методы и средства автоматизации*
- 4. Регулирование и стабилизация*
- 5. Электроракетные двигатели (ЭРД)*
- 6. Системы управления ЭРД*
- 7. Безопасность и надёжность*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

- 1. Введение в автоматику, регулирование и питание ЭРД*
- 2. Основы теории автоматического управления*
- 3. Методы и средства автоматизации*
- 4. Регулирование и стабилизация*
- 5. Электроракетные двигатели (ЭРД)*
- 6. Системы управления ЭРД*
- 7. Безопасность и надёжность*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

- 1. Введение в автоматику, регулирование и питание ЭРД*
- 2. Основы теории автоматического управления*
- 3. Методы и средства автоматизации*
- 4. Регулирование и стабилизация*

5. Электроракетные двигатели (ЭРД)
6. Системы управления ЭРД
7. Безопасность и надёжность

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

1. Введение в автоматику, регулирование и питание ЭРД
2. Основы теории автоматического управления
3. Методы и средства автоматизации
4. Регулирование и стабилизация
5. Электроракетные двигатели (ЭРД)
6. Системы управления ЭРД
7. Безопасность и надёжность

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал

прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
1. Введение в автоматику, регулирование и питание ЭРД	ПК-1; ПК-2	Опрос
2. Основы теории автоматического управления	ПК-1; ПК-2	Опрос
3. Методы и средства автоматизации	ПК-1; ПК-3	Опрос
4. Регулирование и стабилизация	ПК-1; ПК-3	Опрос
5. Электроракетные двигатели (ЭРД)	ПК-1; ПК-3	Опрос
6. Системы управления ЭРД	ПК-3	Опрос
7. Безопасность и надёжность	ПК-3	Опрос

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

1. Что такое автоматика?
2. Какие основные компоненты автоматических систем вы знаете?
3. В чём заключается роль датчиков в автоматических системах?

4. *Какие функции выполняют регуляторы в автоматических системах?*
5. *Как исполнительные механизмы влияют на работу автоматических систем?*
6. *Приведите примеры применения автоматических систем в различных областях техники.*
7. *Каковы основные принципы работы автоматических систем с обратной связью?*
8. *Какие типы регуляторов существуют и чем они отличаются друг от друга?*
9. *Что такое типовые схемы автоматического регулирования и как они применяются в реальных системах?*

### **8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**

1. *Какие законы регулирования вы знаете и в чём их особенности?*
2. *Как работает регулятор П-типа и где он применяется?*
3. *В каких случаях целесообразно использовать регулятор ПИ-типа?*
4. *Чем отличается регулятор ПД-типа от регулятора ПИД-типа?*
5. *Что такое передаточная функция системы автоматического управления и для чего она нужна?*
6. *Какие методы анализа устойчивости систем автоматического управления вы знаете?*
7. *Что такое частотный анализ систем автоматического управления и зачем он нужен?*
8. *Как можно улучшить характеристики системы автоматического управления с помощью коррекции?*
9. *Какие методы измерения параметров технологических процессов вы знаете?*
10. *Какие датчики используются в автоматических системах и какие функции они выполняют?*
11. *Для чего нужны исполнительные механизмы в автоматических системах?*
12. *Какие микропроцессорные устройства используются для автоматизации управления?*
13. *Как осуществляется передача данных между датчиками, регуляторами и исполнительными механизмами?*
14. *Какие преимущества даёт использование микропроцессорных устройств для автоматизации управления?*
15. *В чём разница между регулированием и стабилизацией параметров в системах автоматического управления?*
16. *Какие факторы могут влиять на стабильность работы системы автоматического управления?*
17. *Как можно повысить стабильность системы автоматического управления за счёт использования дополнительных элементов?*
18. *Какие параметры необходимо контролировать при регулировании и стабилизации системы автоматического управления?*
19. *Какие меры безопасности следует соблюдать при работе с системами автоматического управления?*

### **8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания**

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинг)
--------	--------------------------------	---	---	---------------------------	---------------------------

		оценки сформированности)			Говая оценка)
Повышенны й	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий</i>	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения</i>	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

### Основная литература

1. Агафонов, А. И. Современная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учебное пособие / А. И. Агафонов, Т. Ю. Бростилова, Н. Б. Джазовский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 300 с. - ISBN 978-5-9729-0505-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168586>

### Дополнительная литература

2. Гончаров П. С. и др. ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОГНЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ НАЗЕМНОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОТРАБОТКЕ //Труды Военно-космической академии имени АФ Можайского. – 2020. – №. 673. – С. 198-205.
3. Азизова Е. А. 15.04. 04 Автоматизация технологических процессов и производств.
4. КОШЛАКОВ В. В. и др. КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ //КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ Учредители: Ракетно-космическая корпорация" Энергия" им. СП Королева. – №. 1. – С. 80-95.

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## 1. Наименование дисциплины: «Детали машин и основы конструирования».

### Цель дисциплины

Дать студентам знания, умения и навыки, необходимые для проектирования и расчёта деталей и узлов общемашиностроительного назначения, а также подготовить их к решению комплексных инженерных задач с использованием современной вычислительной техники.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p><i>ПК-1</i> Способен читать и разрабатывать конструкторскую документацию, а также 3D-модели конструкций образцов изделий с характеристиками, указанными в техническом задании, с учетом требований технологичности.</p>	<p><i>ПК-1.1</i> Разрабатывает конструкторскую документацию с применением инженерных знаний и с учетом рационального использования ресурсов. <i>ПК-1.2</i> Умеет работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, строить на их основе модели в САЕ-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.</p>	<p><b>Знать:</b> общую информацию об механических передачах и их элементах, используемых в приводах машин; основы теории работы типовых узлов и деталей машин; <b>Уметь:</b> применять теоретические знания для проектирования узлов и деталей машин, для оценки и прогнозирования их работоспособности в процессе эксплуатации; <b>Владеть:</b> навыками, в том числе с использованием информационных технологий, в области: поиска и анализа информации по современному состоянию приводов машин;</p>
<p><i>ПК-3</i> Способен составлять программы испытаний разрабатываемых изделий, разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на</p>	<p><i>ПК-3.1</i> Умеет работать с конструкторской и технологической документацией при проведении испытаний. <i>ПК-3.2</i> Демонстрирует умения в работе со специальным оборудованием.</p>	<p><b>Знать:</b> основные критерии, работоспособности и расчета деталей машин и видов их отказов; <b>Уметь:</b> использовать справочную литературу, стандарты и другие нормативные документы. <b>Владеть:</b> проектирования и конструирования типовых узлов и деталей машин;</p>

необходимую для проведения испытаний оснастку.		
--	--	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Детали машин и основы конструирования» представляет собой дисциплину Б1.В.ДВ.02.01.02.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Общие сведения о передачах.</i>	<i>Назначение и роль передач в машинах. Принцип работы и классификация механических передач. Основные кинематические и силовые соотношения в передачах. Выбор типа приводов механизмов. Особенности механических характеристик электропривода, гидропривода и пневмопривода механизмов.</i>

2	<i>Зубчатые передачи.</i>	<i>Общие сведения, классификация, геометрические и кинематические характеристики. Критерии работоспособности и виды повреждения зубьев. Материалы и допускаемые напряжения. Методы изготовления зубчатых колес. Силы, действующие в зацеплении. Расчет на контактную и изгибную прочность. Конструкции зубчатых колес.</i>
3	<i>Червячные передачи.</i>	<i>Общие сведения, классификация, геометрические и кинематические характеристики. Критерии работоспособности. Материалы и допускаемые напряжения. Силы, действующие в зацеплении. Расчет на контактную и изгибную прочность. Тепловой расчет. Конструкции червячных передач.</i>
4	<i>Ременные передачи.</i>	<i>Общие сведения, классификация, геометрические и кинематические характеристики. Критерии работоспособности и расчета. Типы ремней. Материалы ремней и шкивов. Теория работы ременной передачи. Силы и напряжения, действующие в ременной передаче. Методика расчета ременной передачи. Конструкции шкивов.</i>
5	<i>Цепные передачи</i>	<i>Общие сведения, классификация, геометрические и кинематические характеристики. Критерии работоспособности и расчета. Конструкции основных элементов передачи. Силы, действующие в цепной передаче. Методика расчета цепной передачи. Конструкции звездочек.</i>
6	<i>Подшипники качения и скольжения</i>	<i>Общие сведения, основные типы и конструкции подшипников качения и скольжения. Виды повреждений и критерии работоспособности подшипников качения и скольжения. Материалы для изготовления подшипников качения. Подбор подшипников качения. Виды выхода из строя и критерии работоспособности подшипников скольжения. Расчет подшипников скольжения при граничном и жидкостном трении.</i>
7	<i>Валы и муфты.</i>	<i>Общие сведения и основы конструирования валов и осей.</i>

		<p><i>Материалы, применяемые для изготовления валов и осей. Критерии расчета: прочность; жесткость; виброустойчивость. Проектный расчет валов. Проверочный расчет валов. Общие сведения, назначение и классификация муфт. Подбор и расчет стандартных муфт.</i></p>
--	--	---

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

*Общие сведения о передачах.  
Зубчатые передачи.  
Червячные передачи.  
Ременные передачи.  
Цепные передачи  
Подшипники качения и скольжения  
Валы и муфты.*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*Общие сведения о передачах.  
Зубчатые передачи.  
Червячные передачи.  
Ременные передачи.  
Цепные передачи  
Подшипники качения и скольжения  
Валы и муфты.*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

*Общие сведения о передачах.  
Зубчатые передачи.  
Червячные передачи.  
Ременные передачи.  
Цепные передачи  
Подшипники качения и скольжения  
Валы и муфты.*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

*Общие сведения о передачах.  
Зубчатые передачи.  
Червячные передачи.  
Ременные передачи.  
Цепные передачи  
Подшипники качения и скольжения*

Валы и муфты.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Общие сведения о передачах.</i>	<i>ПК-1; ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Зубчатые передачи.</i>	<i>ПК-1; ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Червячные передачи.</i>	<i>ПК-1;</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Ременные передачи.</i>	<i>ПК-1; ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Цепные передачи</i>	<i>ПК-1;</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Подшипники качения и скольжения</i>	<i>ПК-1; ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Валы и муфты.</i>	<i>ПК-1; ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

- 1. Проектирование привода грузовой лебедки.*
- 2. Проектирование привода механизма передвижения крановой тележки.*
- 3. Проектирование привода грузоподъемной тали.*
- 4. Проектирование привода ленточного конвейера.*
- 5. Проектирование привода цепного транспортера.*

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

- 1. Внешние силы (нагрузки), действующие на элементы конструкций.*
- 2. Допущения, принимаемые в сопротивлении материалов.*
- 3. Метод сечения.*
- 4. Определение внутренних усилий.*
- 5. Определение напряжений.*
- 6. Определение деформаций и перемещений.*
- 7. Опытное изучение свойств материалов.*
- 8. Коэффициент запаса прочности. Выбор допускаемых напряжений.*
- 9. Основные типы задач при расчете на прочность растянутых (сжатых) стержней.*
- 10. Напряжение в наклонных сечениях при растяжении (сжатии) в одном направлении.*
- 11. Закон парности касательных напряжений.*

12. *Определение напряжений в наклонных сечениях при растяжении (сжатии) в двух направлениях.*
13. *Зависимость между деформациями и напряжениями (обобщенный закон Гука).*
14. *Напряженное состояние и деформации при чистом сдвиге.*
15. *Практические расчеты на сдвиг.*
16. *Статический момент сечения.*
17. *Моменты инерции сечения.*
18. *Зависимость между моментами инерции относительно параллельных осей.*
19. *Моменты инерции простых сечений.*
20. *Моменты инерции сложных фигур.*
21. *Изменение моментов инерции при повороте осей.*
22. *Главные оси инерции и главные моменты инерции.*
23. *Деформации и перемещения при кручении валов.*
24. *Построение эпюр крутящих моментов.*
25. *Определение напряжений в стержнях круглого сечения.*
26. *Рациональные формы сечений при кручении.*
27. *Общие понятия о деформации изгиба.*
28. *Типы опор балок.*
29. *Определение опорных реакций.*
30. *Определение внутренних усилий при изгибе.*
31. *Правило знаков для изгибающих моментов и поперечных сил.*
32. *Зависимость между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки.*
33. *Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил.*
34. *Определение нормальных напряжений.*
35. *Условия прочности по нормальным напряжениям.*
36. *Определение касательных напряжений.*
37. *Изгиб в двух плоскостях (косой изгиб).*
38. *Изгиб с растяжением (сжатием).*
39. *Внецентренное сжатие (растяжение).*
40. *Кручение с изгибом.*
41. *Кручение с растяжением (сжатием).*
42. *Пример расчета вала на изгиб с кручением.*
43. *Основные силовые и кинематические соотношения в передачах.*
44. *Понятие машины, сборочной единицы, детали. Основные конструктивные элементы машин.*
45. *Устройство, классификация, преимущества и недостатки зубчатых передач.*
46. *Кинематические и геометрические соотношения в зубчатых передачах. Модуль зубчатой передачи.*
47. *Особенности конструкции и геометрические соотношения в конической зубчатой передаче.*
48. *Критерии работоспособности и расчета зубчатых передач.*
49. *Силы, действующие в цилиндрической прямозубой и косозубой передачах.*
50. *Силы, действующие в конической прямозубой передаче.*
51. *Материалы, применяемые для изготовления зубчатых колес. Методы изготовления зубчатых колес.*
52. *Определение допускаемых контактных напряжений и напряжений изгиба для зубчатых колес.*
53. *Расчетная нагрузка в зубчатом зацеплении.*
54. *Прочность зубьев зубчатых колес по контактным напряжениям.*
55. *Прочность зубьев зубчатых колес по напряжениям изгиба.*

56. Устройство, классификация, преимущества и недостатки червячных передач.
57. Кинематические и геометрические соотношения в червячных передачах. Модуль и коэффициент диаметра червяка.
58. Силы, действующие в червячной передаче.
59. Материалы, применяемые для изготовления червяка и червячного колеса. Допускаемые напряжения.
60. Прочность зубьев червячных колес по контактным напряжениям и напряжениям изгиба.
61. Тепловой расчет червячной передачи.
62. Устройство, классификация, преимущества и недостатки ременных передач.
63. Основные критерии работоспособности и расчета ременных передач.
64. Устройство, классификация, преимущества и недостатки цепных передач.
65. Критерии работоспособности и расчета цепных передач.
66. Конструкция, классификация, преимущества и недостатки подшипников скольжения.
67. Критерии работоспособности и расчета подшипников скольжения.
68. Конструкция, классификация, преимущества и недостатки подшипников качения.
69. Критерии работоспособности и расчета подшипников качения.
70. Конструкция, классификация, материалы валов и осей.
71. Критерии работоспособности и расчета валов и осей.
72. Устройство, основные типы, расчет компенсирующих муфт.
73. Устройство, основные типы, расчет упругих муфт.
74. Устройство, основные типы, расчет управляемых муфт.
75. Устройство, основные типы, расчет предохранительных муфт.

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий</i>	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких	<i>Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и</i>	хорошо		71-85

	контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **Основная литература**

1. Схиртладзе А.Г., Чеканин А.В., Волков В.В. Сопротивление материалов: учебник в 2 ч. – Москва: КУРС; ИНФРА-М, 2018. – Ч.1, 272 с. – Ч.2., 192 с. (библиотека БФУ им. И. Канта, ЭБС ZNANIUM.COM).

2. Мудров А.Г., Мудрова А.А. Детали машин и основы конструирования: учебник. – Волгоград, Инфра-Инженерия, 2021. – 236 с. (библиотека БФУ им. И. Канта, ЭБС ZNANIUM.COM).

### **Дополнительная литература**

1. Атаров Н.М. Сопротивление материалов в примерах и задачах. – Москва, НИЦ ИНФРА-М, 2020. – 407 с. (библиотека БФУ им. И. Канта, ЭБС ZNANIUM.COM).

2. Ахметзянов М.Х., Лазарев И.Б. Сопротивление материалов. – Москва: Юрайт, 2019. – 296 с. (библиотека БФУ им. И. Канта, Н.А.).

3. Жуков В.А. Детали машин и основы конструирования: Основы расчета и проектирования соединений и передач. – Москва. НИЦ ИНФРА-М, 2019, – 416 с. (библиотека БФУ им. И. Канта, ЭБС ZNANIUM.COM).

4. Овтов В.А. Детали машин. Курсовое проектирование. Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2022. – 323 с. (библиотека БФУ им. И. Канта, ЭБС ZNANIUM.COM).

5. Кондратова Е.В. Сопротивление материалов. – Москва, НИЦ ИНФРА-М, 2021. – 185 с. (библиотека БФУ им. И. Канта, ЭБС ZNANIUM.COM).

## **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**1.Наименование дисциплины:** «Конструкция, расчет и ресурс ЭРД и ЭУ».

#### **Цель дисциплины:**

Целью освоения дисциплины “Конструкция, расчет, ресурс ЭРД и ЭУ“ является обучение физико-техническим основам проектирования конструкций двигательных установок (ДУ) на базе электроракетных двигателей (ЭРД) для космических аппаратов

(КА).

**Задачи дисциплины:**

Задачами дисциплины является: ознакомление с основами масс-энергетического анализа космических ДУ с ЭРД для коррекции орбит, ориентации, стабилизации космических аппаратов и для длительных космических полетов; изучение типов ДУ и ЭРД; получение общих сведений: об основах проектирования и физических процессах в различных системах ДУ; об особенностях их функционирования в космосе и при наземных испытаниях.

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен читать и разрабатывать конструкторскую документацию, а также 3D-модели конструкций образцов изделий с характеристиками, указанными в техническом задании, с учетом требований технологичности.	ПК-1.1 Разрабатывает конструкторскую документацию с применением инженерных знаний и с учетом рационального использования ресурсов.  ПК-1.2 Умеет работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, строить на их основе модели в САЕ-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.	<b>Знать</b> особенности конструкции электроракетного двигателя; теоретические основы рабочих процессов в ЭРД и ЭРДУ на их основе, а также расчётные методы для масс-энергетического анализа и определения показателей качества космических ЭРДУ различного назначения; факторы, определяющие его ресурс; устройства и основы проектирования ЭРД и ЭРДУ на их основе и особенности их функционирования при наземных испытаниях и в космосе. <b>Уметь:</b> демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в ЭРД и ЭРДУ, а также рассчитывать характеристики конструкции ЭРД для проектируемой ЭРДУ; организовать работу в соответствии с правилами техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда; принимать конкретные конструкторские решения при создании изделий; разрабатывать структурные схемы основных элементов ЭРД и ЭРДУ КА различного назначения. <b>Владеть</b> навыками проектирования узлов, элементов ЭРД и конструкций ЭРД на их основе, а также навыками демонстрации полученных знаний; навыками применения расчётных методов для масс-энергетического анализа и проектирования ЭРД и ЭРДУ на их основе.

### **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Конструкция, расчет и ресурс электроракетного двигателя» представляет собой дисциплину по выбору вариативной части (Б1.В.ДВ.02.01.03) блока дисциплин (модулей) подготовки студентов по направлению подготовки 16.03.01 «Техническая физика».

Дисциплина изучается на 4-ом курсе в 8-ом семестре и на 5-ом курсе в 9-ом семестре на очном отделении.

### **4. Виды учебной работы по дисциплине.**

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### **5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)**

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## Содержание тематических разделов дисциплины:

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Принципиальные схемы ДУ малой тяги	<p>Общие сведения о двигательных установках.</p> <p>Электродные процессы в двигателях разных типов.</p> <p>Способы ускорения рабочего тела и классификация электроракетных двигателей.</p> <p>Основные характеристики электроракетных двигателей и двигательных установок на их основе.</p>
2	Тема 2. Конструкции и проектирование двигателей малой тяги	<p>Конструкции двигателей: с газодинамическим ускорением рабочего тела (РТ); с тепловым ускорением РТ.</p> <p>Конструкции двигателей с электромагнитным ускорением РТ: во внешних электромагнитных полях; электростатическим; с замкнутым дрейфом электронов (СПД). Ионные двигатели.</p> <p>Проектирование двигательных установок малой тяги. Формирование проектной программы и процесс создания изделия.</p> <p>Логика проектирования изделия. Процесс создания изделия. Выбор исходных данных для проектирования изделия.</p>
3	Тема 3. Компоновка ДУ (с СХП) на КА	<p>Основные системы двигательной установки. Взаимосвязь параметров систем. Системы хранения и подачи рабочего тела и ее компоновка на космическом аппарате.</p> <p>Система электропитания (СЭП) двигательной установки. Система преобразования и управления двигательной установкой.</p>
4	Тема 4. Методы отработки ДУМТ	<p>Состав ЭРДУ: количество двигателей; блок хранения рабочего тела; блок подачи рабочего тела; основная и резервная магистрали подачи; блоки газораспределения (по два на каждый двигатель); система преобразования и управления (СПУ, два блока); межблочные трубопроводы (МБТ) и кабели СТИ (система телеметрической информации (ТМИ)) и ИСУ (интегрированная система управления). Требования по назначению ЭРДУ. Формулировка задачи выбора параметров: внешних (В), структурных (С), совокупность сведений, характеризующих энергетические и двигательные установки (У). Группа (В): продолжительность полета <math>t_k</math>, время работы <math>t_r</math>, надежность <math>R</math>, приращение скорости <math>\Delta V_{ка}</math>, масса <math>M_{ка}</math>, мощность <math>N</math>, параметры внешней среды. Группа (С): схема и структура установки, блоки пб, элементы связи между блоками <math>q_{св}</math>. Группа (У): характеристика рабочих</p>

№	Наименование раздела	Содержание раздела
		процессов и конструкция ДУМТ и отдельных ее частей: масса $M$ , ток $J$ , конструктивные размеры, мощность, нагрузки и температуры элементов, надежность, ограничения по параметрам. Задание относительных величин: коэффициент полезного действия – $\eta$ ; коэффициент использования рабочего тела – $\beta$ ; удельная масса – $\gamma$ . Задание функционала: $\Phi(B, C, Y) = \Phi(\Delta V_{ка}, \tau_k, R, \dots, p_b, q_{св}, \dots, M, N, J, \eta, \beta, \gamma) = 0$ . Переход от функционала к детерминированной математической модели с целью оптимизации ДУМТ.
5	Тема 5. Ресурс ЭРД	Эрозия рабочих поверхностей электроракетного двигателя. Ресурс анодного блока. Ресурс разрядной камеры. Прогноз величины эрозии по торцу изолятора. Прогноз величины эрозии при укорачивании изолятора. Ресурс магнитной системы. Ресурс других элементов анодного блока. Эрозия катодов-компенсаторов. Ресурс геттера. Ресурс эмиттера. Эрозия поджигного электрода. Экспериментальные исследования эрозии и ресурса. Измерение скорости эрозии. Механизмы эрозии. Количество распыленного материала. Повышение ресурса анодного блока ЭРД. Повышение ресурса катодов.

#### Тематика практических занятий:

№ п/п	Название раздела	Темы практических занятий
1	Тема 2. Конструкции и проектирование двигателей малой тяги	Конструкция СПД-100. Процесс создания изделия. Выбор исходных данных для проектирования изделия
2	Тема 3. Компоновка ДУ (с СХП) на КА	Структурная схема ЭРДУ. Функциональная схема ЭРДУ. Компоновочная схема ЭРДУ на космическом аппарате. Размещение блоков ЭРДУ различного функционального назначения и межблочных связей в виде трубопроводов и кабелей на космическом аппарате.
3	Тема 4. Методы отработки ДУМТ	Задать функционал для различной совокупности параметров ЭРДУ и сопоставить полученные результаты.
4	Тема 5. Ресурс ЭРД	Механизмы эрозии катода: макроскопические пятна; микропятна; распыление; испарение; электронная эмиссия. Механизмы эрозии анода: появление повышенных локальных концентраций тока (пятен); распыление.

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Постановка задачи по проектированию.
2. Выбор типа двигателя, системы подачи и системы питания, расчет основных параметров агрегатов ДУ.
3. Порядок проектирования.
4. Конструкция двигателя с анодным слоем
5. Основы рабочего процесса в ЭРД. Основные узлы ЭРД: анодный, катод, магнитная система.
6. Конструкция плазменно-ионного двигателя. Основы рабочего процесса. Узлы: катод, магнитная система, ионно-оптическая система.
7. Выбор оптимальных параметров ДУМТ.
8. Межблочные трубопроводы и кабели, требования и особенности применения.
9. Конструкция двигательных блоков, блоков систем хранения и подачи, блоков систем электропитания и управления. Размещение блоков на КА.
10. Методы испытаний и отработки ЭРД.
11. Методы ускоренных испытаний.
12. Улучшение энергомассовых характеристик ДУМТ.
13. Повышение удельных характеристик двигателей.
14. Характеристики перспективных ДУМТ.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся при изучении дисциплины «Конструкция, проектирование и ресурс электроракетного двигателя» являются:

- изучение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка и выполнение заданий по тематике самостоятельных работ;
- подготовка к промежуточной аттестации (экзамену).

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся составляют:

- Материалы лекций
- Учебно-методическая литература
- Информационные ресурсы "Интернета"
- Методические рекомендации и указания к практическим занятиям
- Фонды оценочных средств

При организации самостоятельного изучения ряда тем лекционных курсов дисциплины студент работает в соответствии с указаниями, выданными преподавателем. Указания по изучению теоретического материала курса составляются дифференцированно по каждой теме и включают в себя следующие элементы:

- название темы;
- цели и задачи изучения темы;
- основные вопросы темы;
- характеристику основных понятий и определений, необходимых студенту для усвоения данной темы;
- список рекомендуемой литературы;
- наиболее важные фрагменты текстов рекомендуемых источников, в том числе таблицы, рисунки, схемы и т. п.;
- краткие выводы, ориентирующие студента на определенную совокупность сведений, основных идей, ключевых положений, систему доказательств, которые необходимо усвоить;

- контрольные вопросы, предназначенные для самопроверки знаний.

Важной составляющей самостоятельной внеаудиторной подготовки студента является работа с литературой. Изучение литературы позволяет выяснить, в каком состоянии в современном мире находится рассматриваемая проблема, что сделано другими авторами в этом направлении, какие вопросы недостаточно ясно освещены, либо не рассмотрены.

Прежде чем приступить к освоению научной литературы, рекомендуется чтение учебников и учебных пособий. Наиболее эффективный метод работы с литературой – метод кодирования, включающий комментирование новых данных, оценку их значения, постановку вопросов, сопоставление полученных сведений с ранее известными. В зависимости от вида внеаудиторной подготовки студента работа с учебной, научной и иной литературой предполагает использование разнообразных форм записей: план, тезисы, цитаты, конспект и пр.

- План представляет собой перечень основных вопросов, рассматриваемых в источнике, и позволяет наилучшим образом уяснить логику мысли автора, упрощает понимание главных моментов научного труда, быстро и глубоко проникнуть в сущность его построения и, следовательно, гораздо легче ориентироваться в его содержании.

- Выписки позволяют в концентрированной форме и с максимальной точностью воспроизвести в произвольном порядке наиболее важные мысли автора, статистические и другие сведения. В отдельных случаях допустимо заменять цитирование изложением, близким к дословному.

- Тезисам присуща значительно более высокая степень концентрации материала, в них отмечается преобладание выводов над общими рассуждениями. Тезисы записываются близко к оригинальному тексту, т. е. без использования прямого цитирования. Тезисы оказываются незаменимыми для подготовки глубокой и всесторонней аргументации письменной работы любой сложности, а также для подготовки выступлений на защите, докладов и пр.

- К написанию аннотаций прибегают в тех случаях, когда подлинная ценность и пригодность исходного источника информации исполнителю письменной работы окончательно неясна, но в то же время о нем необходимо оставить краткую запись с обобщающей характеристикой. Характерной особенностью аннотации наряду с краткостью и обобщенностью ее содержания является и то, что пишется аннотация всегда после того, как завершено ознакомление с содержанием исходного источника информации. Аннотация пишется почти исключительно своими словами и лишь в крайне редких случаях содержит в себе небольшие выдержки оригинального текста.

- Резюме весьма сходно по своей сути с аннотацией. Однако, в отличие от последней, текст резюме концентрирует в себе данные не из основного содержания исходного источника информации, а из его заключительной части, прежде всего, выводов. Как и в случае с аннотацией, резюме излагается своими словами – выдержки из оригинального текста в нем практически не встречаются.

Для работы над конспектом следует: 1) определить структуру конспектируемого материала, чему в значительной мере способствует письменное ведение плана по ходу изучения оригинального текста; 2) в соответствии со структурой конспекта произвести отбор и последующую запись наиболее существенного содержания оригинального текста - в форме цитат или в изложении, близком к оригиналу; 3) выполнить анализ записей и на его основе – дополнение записей собственными замечаниями, соображениями (располагать все это следует на полях тетради для записей или на отдельных листах-вкладках); 4) завершить формулирование и запись выводов по каждой из частей оригинального текста, а также общих выводов.

Изучение литературы следует начинать с работ, опубликованных в последние годы и наиболее полно раскрывающих вопросы выбранной темы, а затем уже переходить к ранним изданиям. Таким образом, можно проследить характер постановки и решения определенной проблемы различными авторами, ознакомиться с аргументацией их выводов

и обобщений с тем, чтобы на основе анализа, систематизирования, осмысления полученного материала выяснить современное состояние вопроса.

Внеаудиторная самостоятельная работа в рамках данной дисциплины включает в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям) и выполнение соответствующих заданий;
- самостоятельную работу над отдельными темами учебных дисциплин в соответствии с учебно-тематическими планами;
- подготовку к экзамену.

Подготовка к аудиторным занятиям проводится в соответствии со следующими рекомендациями:

#### **Подготовка к лекционным занятиям:**

При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. В соответствии с рабочей программой дисциплины студенту также может быть предложено самостоятельная проработка отдельных вопросов, пройденных лекционных тем, знание которых позволит с большей эффективностью изучить новый материал.

#### **Подготовка к практическим занятиям:**

При подготовке к практическим занятиям по определенной теме дисциплины необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме практического занятия работы. повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий, рассматриваемых в данной теме.

#### **Подготовка к экзамену:**

При подготовке к экзамену большую роль играют правильно подготовленные заранее записи и конспекты. В этом случае остается лишь повторить пройденный материал, учесть, что было пропущено, восполнить пробелы, закрепить ранее изученный материал.

В ходе самостоятельной подготовки к экзамену при анализе имеющегося теоретического и практического материала студенту также рекомендуется проводить постановку различного рода задач по изучаемой теме, что поможет в дальнейшем выявлять критерии принятия тех или иных решений, причины совершения определенного рода ошибок. При ответе на вопросы, поставленные в ходе самостоятельной подготовки, студент вырабатывает в себе способность логически мыслить, искать в анализе событий причинно-следственные связи.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем,

в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## **8. Фонд оценочных средств**

### **8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины**

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Принципиальные схемы ДУ малой тяги	ПК-1	Опрос
Тема 2. Конструкции и проектирование двигателей малой тяги	ПК-1	Опрос
Тема 3. Компоновка ДУ (с СХП) на КА	ПК-1	Опрос
Тема 4. Методы отработки ДУМТ	ПК-1	Опрос
Тема 5. Ресурс ЭРД	ПК-1	Опрос

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

### Вопросы для устного опроса:

**Целью опроса** является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы; проведение устного опроса позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.

#### Примеры

К теме 1. Принципиальные схемы ДУ малой тяги.

1. Общие сведения о ракетных двигателях.
2. В чем разница между ракетой-носителем и ЭРД?
3. Способы ускорения рабочего тела и классификация электроракетных двигателей.
4. Основные характеристики электроракетных двигателей.
5. Двигатель и движитель – в чем разница?
6. Двигательная установка – назначение, состав.

К теме 2. Конструкции и проектирование двигателей малой тяги

1. Конструкции двигателей: с газодинамическим ускорением рабочего тела (РТ).
2. Конструкция двигателей с тепловым ускорением РТ.
3. Конструкции двигателей с электромагнитным ускорением РТ
4. Конструкция двигателей с внешним магнитным полем.
5. Электростатический двигатель.
6. Стационарный плазменный двигатель.
7. Ионные двигатели.
8. Проектирование двигательных установок малой тяги.
9. Формирование проектной программы и процесс создания изделия.
10. Логика проектирования изделия. Процесс создания изделия. Выбор исходных данных для проектирования изделия.

К теме 3. Компоновка ДУ (с СХП) на КА.

1. Основные системы двигательной установки.
2. Взаимосвязь параметров систем.
3. Стендовая система хранения и подачи рабочего тела.
4. Системы хранения и подачи рабочего тела и их компоновка на космическом аппарате (КА).
5. Источник массы на КА.

6. Источник энергии на КА.
7. Система электропитания (СЭП) двигательной установки.
8. Система преобразования и управления двигательной установкой.

К теме 4. Методы отработки ДУМТ.

1. Состав электроракетной двигательной установки (ЭРДУ).
2. Система телеметрической информации – назначение, состав.
3. Внешние и структурные параметры – проблема выбора.
4. Характеристики энергетической установки (ЭУ).
5. Характеристики двигательной установки (ДУ). Критерий совершенства.
6. Интегральные и относительные параметры ЭУ и ДУ.
7. Задание относительных параметров с целью оптимизации ДУ.
8. Матмодель для оптимизации ДУ МТ.

К теме 5. Ресурс ЭРД.

1. Эрозия. Характеристики процесса эрозии.
2. Что такое «ресурс» детали, изделия, установки?
3. Влияет ли эрозия на ресурс элементов СПД?
4. Каковы методы исследования эрозии?
5. Экспериментальное определение ресурса изделия.
6. Механизмы эрозии.
7. Способы повышения ресурса ЭРД.
8. Способы повышения ресурса катода-компенсатора.
9. Надежность двигателя и ДУ в целом.

#### **Перечень тем практических занятий:**

##### **Примеры**

1. Рабочие процессы в разрядной камере СПД-100.
2. Конструкция СПД-100. Процесс создания изделия. Выбор исходных данных для проектирования изделия.
3. Структурная схема ЭРДУ. Функциональная схема ЭРДУ. Компоновочная схема ЭРДУ на космическом аппарате. Размещение блоков ЭРДУ различного функционального назначения и межблочных связей в виде трубопроводов и кабелей на космическом аппарате.
4. Задать функционал для различной совокупности параметров ЭРДУ и сопоставить полученные результаты.
5. Механизмы эрозии катода: макроскопические пятна; микропятна; распыление; испарение; электронная эмиссия. Механизмы эрозии анода: появление повышенных локальных концентраций тока (пятен); распыление.

#### **8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**

1. Общие сведения о двигателях и двигательных установках летательного аппарата, основные типы двигателей и двигательной установки.
2. Состав и назначение ДУ. Классификация ДУ. Требования к ДУ, особенности применения, области применения.
3. Особенности оптимизации параметров ДУ автономно и в составе КА.
4. Компоновка ДУ на КА. Этапы проектирования.
5. Принцип действия ДУ. Понятие о входных и выходных параметрах ДУ. Условия применения.

6. Принципиальные схемы двигателей электроракетных и жидкостных, требования к системам хранения и подачи, к системам питания и управления. Принципиальные схемы систем питания и управления.
7. Логика работы ДУ, управление и регулирование ДУ малой тяги.
8. Конструктивные схемы различных двигателей. Требования к двигателям малой тяги, их особенности, требования к рабочим веществам и их характеристики.
9. Конструкция стационарного плазменного двигателя. Основы рабочего процесса.
10. Узлы СПД: анод, катод, магнитная система, камера разрядная.
11. Расчет и выбор конструктивных параметров и интегральных характеристик СПД, ресурсные характеристики.
12. Различные схемы компоновки ДУ с СХП на космическом аппарате: моноблочные и блочные. Вопросы прочности. Выбор оптимального числа двигателей.
13. Обеспечение требуемого теплового режима при моноблочном и блочном исполнении.
14. Массовые и энергетические характеристики ДУМТ различных схем.
15. Виды воздействия на ДУМТ и условия эксплуатации. Анализ условий при наземной отработке и критерии приемлемости условий.
16. Стендовая база для отработки на механические и климатические воздействия, огневой отработки на параметры и ресурсные характеристики.
17. Методы испытаний и отработки ДУМТ с учетом ресурсных характеристик. Методы ускоренных испытаний.
18. Основные характеристики и конструкция ЖРД МТ, ТКД. Сравнительный анализ конструкции и параметров.
19. Постановка задачи по проектированию. Выбор типа двигателя, системы подачи и системы питания.
20. Расчет основных параметров агрегатов ДУ. Порядок проектирования.
21. Выбор оптимальных параметров ДУМТ. Межблочные трубопроводы и кабели, требования и особенности применения.
22. Конструкция двигательных блоков, блоков систем хранения и подачи, блоков системы электропитания и управления. Размещение блоков на КА.
23. Совершенствование принципиальных схем, уменьшение типономиналов элементной базы систем подачи, хранения, систем электропитания и управления.
24. Улучшение энергомассовых характеристик ДУМТ. Повышение удельных характеристик двигателей. Характеристики перспективных ДУМТ.
25. Какова допустимая величина эрозии в движителе?
26. Какое влияние на скорость эрозии оказывает давление окружающей среды?
27. Каково соотношение между скоростями эрозии, вызываемой различными механизмами?
28. Каковы последствия неравномерности эрозии?
29. Каковы механизмы эмиссии электронов с поверхности катода?
30. Экспериментальные методы исследования процесса эрозии.

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i>	отлично	зачтено	86-100

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
		Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий			
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

### 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

#### Основная литература:

1. Введение в ракетно-космическую технику : в двух томах. Том 1. Общие сведения. Космодромы. Наземные средства контроля и управления ракетами и космическими аппаратами. Ракеты : учебное пособие / А. П. Аверьянов, Л. Г. Азаренко, Г. Г. Вокин [и др.] ; под. общ. ред. Г. Г. Вокина. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 380 с. - ISBN 978-5-9729-0683-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1832028>

#### Дополнительная литература:

1. Гоц, А. Н. Динамика двигателей. Курсовое проектирование: учеб. пособие для вузов/ А.Н. Гоц. - 2-е изд., испр. и доп.. - Москва: Форум; Москва: Инфра-М, 2015. - 156, с.: ч.з.N10(1)
2. Савельев, С. К. Экспериментальные методы исследования газодинамики РДТТ/ С. К. Савельев, В. Н. Емельянов, Б. Я. Бендерский. - Санкт-Петербург: Недра, 2007. - 267 с. : НА(1)
3. КБ "Факел". Филиал ОКБ "Заря". Филиал института двигателей. Предприятие п/я 3740. Калининградское отделение лаборатории двигателей АН СССР : [к 50-летию предприятия, 1955-2005]/ [Б. А. Архипова [и др.] ; сост. А. Н. Нестеренко ; под ред. В. М. Мурашко]. - Калининград: ИП Мишуткина И. В., 2005. – 238 с.: НА(1)
4. Пригожин, И. Современная термодинамика: от тепловых двигателей до диссипативных структур: учебник/ И. Пригожин, Д. Кондепуди; пер. с англ. Ю. А. Данилова и В. В. Белого, под ред. Е. П. Агеева. - М.: Мир, 2002. – 461 с.: НА(1), ч.з.N3(1)
5. Румянцев А.В. Метод конечных элементов в задачах теплопроводности: Учеб. пособ. – Калининград: Изд-во БФУ. 3-е изд-е. 2011. – 112 с. всего 11: ч.з.N3(2), УБ(8), ИБО(1).

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Лань книги, журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## 1. Наименование дисциплины: «Теория и практика теплофизического эксперимента».

### Цель дисциплины

Цель дисциплины – подготовка студентов к планированию, постановке и выполнению теплофизического эксперимента различного физического наполнения.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-1 Способен читать и разрабатывать конструкторскую документацию, а также 3D-модели конструкций образцов изделий с характеристиками, указанными в техническом задании, с учетом требований технологичности.</i>	<i>ПК-1.1 Разрабатывает конструкторскую документацию с применением инженерных знаний и с учетом рационального использования ресурсов. ПК-1.2 Умеет работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, строить на их основе модели в САЕ-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.</i>	<b>Знать:</b> основы планирования серии экспериментов с целью сокращения их количества. <b>Уметь:</b> предложить метод измерения, а именно: выбрать принцип измерения; <b>Владеть:</b> навыками получения экспериментальных данных с последующей их обработкой, расчетом погрешности и интерпретации результатов;
<i>ПК-3 Способен составлять программы испытаний разрабатываемых изделий,</i>	<i>ПК-3.1 Умеет работать с конструкторской и технологической документацией при проведении испытаний.</i>	<b>Знать:</b> основные законы теплообмена и термодинамики; <b>Уметь:</b> подобрать соответствующую аппаратную часть; собрать и запустить установку, реализующую предложенный метод измерения.

<i>разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на необходимую для проведения испытаний оснастку.</i>	<i>ПК-3.2 Демонстрирует умения в работе со специальным оборудованием.</i>	<b>Владеть:</b> Навыками составления отчета по результатам эксперимента; формулировки обобщающих выводов.
---	---	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория и практика теплофизического эксперимента» представляет собой дисциплину Б1.В.ДВ.02.01.04.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Тема 1. Способы обобщения результатов исследования</i>	<i>Основы метода обобщенных переменных. Выявление формы чисел подобия из математической постановки задачи. Получение чисел подобия на основе анализа размерностей. Использование</i>

		<i>обобщенных переменных в исследованиях</i>
2	<i>Тема 2. Математический эксперимент</i>	<i>Математический эксперимент как средство получения научных результатов. Структура погрешностей. Построение итерационных процессов.</i>
3	<i>Тема 3. Математическое планирование экспериментов</i>	<i>Основные понятия и виды планов. Рациональное планирование. Виды, методы и средства измерений.</i>
4	<i>Тема 4. Методы определения температуры</i>	<i>Основные способы измерения температуры. Средства измерения температуры контактным способом. Бесконтактные средства измерения температуры. Измерение температур в энергетических реакторах. Измерение криогенных температур. Измерение температуры расплавов.</i>
5	<i>Тема 5. Погрешности измерения температуры в реальных условиях</i>	<i>Причины возникновения погрешностей. Погрешности, обусловленные теплообменом, теплопроводностью и излучением. Особенности измерения нестационарной температуры.</i>
6	<i>Тема 6. Методы измерения микрорасходов газа</i>	<i>Принципы и средства измерения расхода. Тепловые расходомеры. Термокомпенсация в тепловых расходомерах. Общие требования к измерительной системе и к показателям расходомера. Новый метод измерения микрорасхода газа. Термисторные автономные расходомеры газа. Расходомер постоянной мощности. Расходомер с постоянным температурным напором. Расходомер с задаваемым значением чувствительности. Расходомер переменной мощности.</i>

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

*Тема 1. Способы обобщения результатов исследования*

*Тема 2. Математический эксперимент*

*Тема 3. Математическое планирование экспериментов*

*Тема 4. Методы определения температуры*

*Тема 5. Погрешности измерения температуры в реальных условиях*

*Тема 6. Методы измерения микрорасходов газа*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*Тема 1. Способы обобщения результатов исследования*

*Тема 2. Математический эксперимент*

*Тема 3. Математическое планирование экспериментов*

*Тема 4. Методы определения температуры*

*Тема 5. Погрешности измерения температуры в реальных условиях*

*Тема 6. Методы измерения микрорасходов газа*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

Тема 1. Способы обобщения результатов исследования

Тема 2. Математический эксперимент

Тема 3. Математическое планирование экспериментов

Тема 4. Методы определения температуры

Тема 5. Погрешности измерения температуры в реальных условиях

Тема 6. Методы измерения микрорасходов газа

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

Тема 1. Способы обобщения результатов исследования

Тема 2. Математический эксперимент

Тема 3. Математическое планирование экспериментов

Тема 4. Методы определения температуры

Тема 5. Погрешности измерения температуры в реальных условиях

Тема 6. Методы измерения микрорасходов газа

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам

студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## 7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Способы обобщения результатов исследования	ПК-1; ПК-3	<i>Самостоятельная работа</i>
Тема 2. Математический эксперимент	ПК-1; ПК-3	<i>Самостоятельная работа</i>
Тема 3. Математическое планирование экспериментов	ПК-1; ПК-3	<i>Самостоятельная работа</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 4. Методы определения температуры	ПК-3	Самостоятельная работа
Тема 5. Погрешности измерения температуры в реальных условиях	ПК-3	Самостоятельная работа
Тема 6. Методы измерения микрорасходов газа	ПК-1; ПК-3	Самостоятельная работа

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

1. Основы метода обобщенных переменных.
2. Получение чисел и критериев подобия из математической формулировки задачи.
3. Получение чисел и критериев подобия на основе анализа размерностей.  $\pi$ -теорема.
4. Структура погрешностей.
5. Построение итерационных процессов.
6. Математическое планирование эксперимента (многофакторного).
7. Виды, методы и средства измерения.
8. Принцип измерения и метод измерения.

## 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

9. Основные способы определения температуры.
10. Контактные методы измерения температуры.
11. Бесконтактные методы измерения температуры. Вывод расчетных формул. Определение псевдотемператур.
12. Особенности измерения температуры: в энергетических реакторах; криогенных температур.
13. Измерение температуры расплавов (металлов, стекол, синтетических и полимерных материалов).
14. Особенности измерения динамических температур.
15. Погрешности измерения температур в реальных условиях.
16. Методы измерения расхода газа.
17. Принципы и средства измерения расхода.
18. Тепловые расходомеры. Термокомпенсация в тепловых расходомерах.
19. Общие требования к измерительной системе и к показателям расходомера.
20. Высокотемпературный расходомер газа. Принцип и средство измерения.
21. Термисторные автономные расходомеры. Принципы и средства измерения.
22. Расходомер постоянной мощности.
23. Расходомер с постоянным температурным напором.
24. Расходомер с задаваемым значением чувствительности.
25. Расходомер переменной мощности.

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

#### 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

##### Основная литература

1. Пискунов, В. М. Физика (теплофизика) : учебное пособие / В. М. Пискунов. - Москва : ИЦ РИОР : НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 213 с. - ISBN 978-5-16-108481-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/561339>

#### **Дополнительная литература**

1. Румянцев А.В. Теория и практика теплофизического эксперимента: учеб. пособие. – Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2011. – 71 с.
2. Румянцев А.В. Универсальные тепловые микрорасходомеры газа. Калининград.: Изд-во РГУ им. И. Канта. 2010. – 203 с.

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

### Программа итоговой аттестации по модулю

Определение результатов освоения модуля на основе вычисления оценки по каждому элементу модуля.

Оценка по модулю рассчитывается по формуле:

$$R_j^{\text{мод}} = \frac{k_1 R_1 + k_2 R_2 + k_3 R_3 + \dots + k_n R_n + k_{\text{пр}} R_{\text{пр}} + R_{\text{кур}}}{k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_{\text{пр}}}$$

Где:

$R_j^{\text{мод}}$  – оценка по модулю

$k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  – зачетные единицы дисциплин, входящих в модуль

$k_{\text{пр}}$  – зачетные единицы по практике

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  – оценки по дисциплинам модуля

$R_{\text{пр}}$  – оценка по практике

$R_{\text{кур}}$  – оценка по курсовой работе

В случае, если по дисциплине предусмотрен зачет без оценки, то за оценку по дисциплине принимается «5».

В случае, если по модулю применяется балльно-рейтинговая система, то

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  – рейтинговые баллы студента по дисциплинам модуля

$R_{\text{пр}}$  – рейтинговые баллы студента по практике

$R_{\text{кур}}$  – рейтинговые баллы студента по курсовой работе

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»  
ОНК «Институт высоких технологий»  
Высшая школа нанотехнологий и инженерии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**

**«Общая и теоретическая физика»**

**Шифр: 16.03.01**

**Направление подготовки: Техническая физика**

**Профиль: Прикладная физика наукоемких производств**

**Квалификация (степень) выпускника: Физик. Инженер-физик**

Калининград

2024

**Лист согласования**

**Составители:** Кристина Александровна Гриценко, к.ф.-м.н., Директор ВШ Нанотехнологий и инженерии, научный сотрудник НОЦ «Умные материалы и передовые технологии»; Валерия Викторовна Родионова, к.ф.-м.н., директор НОЦ «Умные материалы и передовые технологии».

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»  
Протокол № 15 от 7 марта 2024 г.

Председатель Ученого совета ОНК  
«Институт высоких технологий»  
Руководитель ОНК «Институт высоких  
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель образовательных программ

Кулик А. Д.

## Содержание

1. Название образовательного модуля
2. Характеристика образовательного модуля
3. Методические указания для обучающихся по освоению модуля
4. Программы дисциплин образовательного модуля:
  - 4.1. Механика
  - 4.2. Молекулярная физика
  - 4.3. Электричество и магнетизм
  - 4.4. Атомная и ядерная физика
  - 4.5. Ядерная физика
  - 4.6. Квантовая теория
  - 4.7. Электродинамика
  - 4.8. Термодинамика и статистическая физика
  - 4.9. Физика конденсированного состояния
  - 4.10. Теоретическая механика
5. Программа практики
6. Программа итоговой аттестации по модулю

## 1. Название модуля: «Общая и теоретическая физика»

### 2. Характеристика модуля

#### 2.1. Образовательные цели и задачи

Модуль ставит своей целью создать условия для эффективного формирования и развития общепрофессиональных компетенций

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Освоение основных понятий и законов физики, таких как законы Ньютона, закон сохранения энергии, закон всемирного тяготения и т. д.
2. Понимание принципов работы физических приборов и методов измерения физических величин.
3. Умение применять полученные знания для решения задач по физике, включая задачи на движение тел под действием различных сил, задачи на равновесие тел, задачи на работу и энергию и т. п.
4. Развитие навыков проведения физического эксперимента с использованием современного оборудования и методов исследования.
5. Формирование научного мировоззрения, основанного на понимании взаимосвязи между различными физическими явлениями.
6. Овладение методами теоретического анализа физических явлений, такими как метод размерностей, метод аналогий, метод векторных диаграмм и др.
7. Получение представления о современных проблемах физики и перспективах её развития.
8. Подготовка к дальнейшему изучению специальных разделов физики, таких как квантовая механика, статистическая физика, физика твёрдого тела и др.

#### 2.2. Образовательные результаты выпускника

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ОПК-1</i> Способен использовать знания в области физики, математики и инженерии для решения задач профессиональной деятельности.	<i>ОПК-1.1</i> Демонстрирует знания законов физики и математического аппарата. <i>ОПК-1.2</i> Решает физические и инженерные задачи, используя математический аппарат. <i>ОПК-1.3</i> Решает задачи профессиональной деятельности через решение фундаментальных физических и инженерных задач.	<b>Знать:</b> основные понятия, законы и принципы физики; методы измерения физических величин; фундаментальные физические теории и законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики; <b>Уметь:</b> решать задачи по физике, включая задачи на движение тел под действием различных сил, задачи на равновесие тел, задачи на работу и энергию и т. п.; проводить физический эксперимент с использованием современного оборудования и методов исследования;

		<p><b>Владеть:</b> методами теоретического анализа физических явлений, такими как метод размерностей, метод аналогий, метод векторных диаграмм и др.;</p> <p>навыками работы с физическими приборами и оборудованием;</p>
<p><b>ОПК-2</b> Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.</p>	<p><b>ОПК-2.1</b> Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из области физико-математических наук и инженерии.</p> <p><b>ОПК-2.2</b> Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии.</p> <p><b>ОПК-2.3</b> Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b> основы математического аппарата, используемого в физике (дифференциальное и интегральное исчисление, векторный анализ, теория функций комплексного переменного, дифференциальные уравнения);</p> <p>современные проблемы физики и перспективы её развития.</p> <p><b>Уметь:</b> применять полученные знания для объяснения физических явлений и процессов;</p> <p>анализировать результаты экспериментальных исследований и делать выводы.</p> <p><b>Владеть:</b> научным мировоззрением, основанным на понимании взаимосвязи между различными физическими явлениями;</p> <p>способностью к самостоятельному изучению новых разделов физики.</p>

### 3. Методические указания для обучающихся по освоению модуля

Освоение дисциплин модуля закладывает базу для будущей профессиональной деятельности в сфере 25 Ракетно-Космическая Промышленность. Оно должно начинаться с внимательного ознакомления с рабочими программами дисциплин, обязательными компонентами которых являются: перечень тем, подлежащих усвоению; задания; списки учебных пособий и рекомендуемой литературы; списки контрольных вопросов, заданий.

При изучении дисциплин модуля необходимо последовательно переходить от дисциплины к дисциплине, от темы к теме, следуя внутренней логике, заложенной в программе дисциплины модуля. Только так можно достичь полного понимания материала, хорошей ориентации в специальной литературе, формирования собственной точки зрения и умений практического характера. Для более глубокого и эффективного освоения дисциплин рекомендуется предварительная подготовка к занятиям.

#### 1. Программы дисциплин модуля



## 1. Наименование дисциплины: «Механика».

### Цель изучения дисциплины:

Представить механику как обобщение наблюдений, практического опыта и эксперимента, вследствие чего студент должен ознакомиться с основными методами наблюдения, измерения и проведения эксперимента, создание у студентов общей картины физического мира, знание основных законов, умение применять при теоретические знания при решении практических задач.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ОПК-1</i> <i>Способен использовать знания в области физики, математики и инженерии для решения задач профессиональной деятельности.</i>	<i>ОПК-1.1</i> <i>Демонстрирует знания законов физики и математического аппарата.</i> <i>ОПК-1.2</i> <i>Решает физические и инженерные задачи, используя математический аппарат.</i> <i>ОПК-1.3</i> <i>Решает задачи профессиональной деятельности через решение фундаментальных физических и инженерных задач.</i>	<b>Знать:</b> основные принципы и законы механики и их математическое выражение; <b>Уметь:</b> правильно соотносить содержание конкретных задач с обидами законами физики, эффективно применять общие законы физики для решения конкретных задач в области физики и на междисциплинарных границах физики с другими областями знаний: пользоваться физическими приборами, ставить и решать простейшие экспериментальные задачи, обрабатывать, анализировать и оценивать полученные результаты; <b>Владеть:</b> навыками использования математического аппарата для решения физических задач.
<i>ОПК-2</i> <i>Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области</i>	<i>ОПК-2.1</i> <i>Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из области физико-математических наук и инженерии.</i> <i>ОПК-2.2</i> <i>Проектирует решение научно-</i>	<b>Знать:</b> основные явления механики, методы их наблюдения и экспериментального исследования, главные методы точного измерения физических величин, простейшие методы обработки и анализа результатов эксперимента, методы использования ЭВМ для обработки результатов эксперимента.

<p><i>физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.</i></p>	<p><i>исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии.</i></p> <p><i>ОПК-2.3</i></p> <p><i>Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.</i></p>	<p><b>Уметь:</b> строить математические модели простейших физических явлений и использовать для изучения этих моделей доступный ему математический аппарат, включая методы вычислительной математики;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками:</p> <p>работы с основными физическими приборами;</p> <p>использования основных законов механики для анализа различных механических и физических систем;</p>
---	---	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Механика» представляет собой дисциплину Б1.О.10.01 части блока дисциплин подготовки студентов.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Пространство и время	Предмет физики. Сочетание экспериментальных и теоретических методов в познании окружающей природы. Роль модельных представлений в физике. Физические величины, их измерение и оценка точности и достоверности полученных результатов. Системы единицы физических величин.
2	Тема 2. Кинематика материальной точки	Способы описания движений. Закон движения. Линейные и угловые скорости. Преобразования координат и скоростей в классической механике. Принцип относительности. Абсолютное время в классической механике. Угловая скорость. Угловое ускорение. Связь между линейной и угловой скоростями.
3	Тема 3. Динамика материальной точки	Понятия массы, импульса и силы в механике Ньютона. Законы Ньютона. Уравнения движения. Начальные условия. Виды сил. Закон всемирного тяготения. Работа. Консервативные силовые поля. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии. Силы трения. Потери механической энергии. Движение материальной точки в поле заданных сил. Момент сил и момент импульса материальной точки. Уравнение моментов. Центральные силы. Сохранение момента импульса. Закон Кеплера.
4	Тема 4. Динамика систем материальных точек	Задача двух тел. Приведенная масса. Центр масс системы материальных точек. Второй закон Ньютона для систем материальных точек. Импульс систем материальных точек. Закон сохранения импульса. Момент импульса систем материальных точек. Кинетическая энергия систем материальных точек. Закон сохранения полной механической систем материальных точек. Закон сохранения момента импульса систем материальных точек. Соударение тел. Абсолютно упругий и неупругий удары.
5	Тема 5. Динамика абсолютно твердого тела	Степени свободы абсолютно твердого тела. разложение движения на слагаемые. Поступательное, вращательное и плоское движение твердого тела. Мгновенная ось вращения. Момент импульса тела. Тензор инерции и его главные и центральные оси. Момент импульса относительно оси. Момент

		инерции. Теорема Гюйгенса. Динамика плоского
6	Тема 6. Колебательное движение	Свободные колебания с одной степенью свободы. Гармонические колебания. Сложение гармонических колебаний. Фигуры Лиссажу. Биения. Затухающие колебания. Показатель затухания. Логарифмический декремент затухания. Вынужденные колебания. Процесс установления колебаний. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики. Резонанс. Энергетика вынужденных колебаний. Параметрические колебания.
7	Тема 7. Волны	Длина волны, период колебаний, скорость и фаза волны. Бегущие волны. продольные и поперечные волны. Уравнение бегущей волны. Волновое уравнение. Волны в струне. Связь скорости с параметрами среды. Отражение и преломление волн. Основные случаи граничных условий. Интерференция волн. Стоячие волны. Уравнение стоячих волн. Поток энергии в бегущей волне. Эффект Доплера.
8	Тема 8. Кинематика теории относительности	Принцип относительности и постулат постоянства скорости света. Пространство и время в теории относительности. Преобразования Лоренца и инварианты этих преобразований. Следствия преобразований Лоренца. Относительность одновременности и причинность. Эффекты сокращения длины и замедления темпа времени. Сложение скоростей. Проверка кинематических эффектов теории относительности. Четырехмерный мир Минковского.
9	Тема 9. Динамика теории относительности	Релятивистские импульс и энергия. Соотношение между массой и энергией. Масса покоя. Уравнение движения материальной точки. с учетом релятивистских эффектов. Законы сохранения энергии и импульса в теории относительности. Следствия принципа эквивалентности инертной и гравитационной массы. Проверка релятивистской динамики. Реакции деления и синтеза как следствие перехода массы в энергию и наоборот.
10	Тема 10. Деформации и напряжения.	Виды деформации и их количественная характеристика. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Энергия упругих деформаций.
11	Тема 11. Элементы акустики	Характеристики звуковых волн. Тембр и интенсивность.

		Уравнение звуковых волн. Ультразвук. Использование звуковых волн.
12	Тема 12. Неинерциальные системы отсчета	Движение материальной точки в неинерциальной системе отсчета. Закон сложения ускорений в классической механике. Силы инерции. Переносная и кориолисова силы инерции. Центробежная сила инерции. Проявление сил инерции.

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

*Тема 1. Пространство и время*

*Тема 2. Кинематика материальной точки*

*Тема 3. Динамика материальной точки*

*Тема 4. Динамика систем материальных точек*

*Тема 5. Динамика абсолютно твердого тела*

*Тема 6. Колебательное движение*

*Тема 7. Волны*

*Тема 8. Кинематика теории относительности*

*Тема 9. Динамика теории относительности*

*Тема 10. Деформации и напряжения.*

*Тема 11. Элементы акустики*

*Тема 12. Неинерциальные системы отсчета*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*Тема 1. Пространство и время*

*Тема 2. Кинематика материальной точки*

*Тема 3. Динамика материальной точки*

*Тема 4. Динамика систем материальных точек*

*Тема 5. Динамика абсолютно твердого тела*

*Тема 6. Колебательное движение*

*Тема 7. Волны*

*Тема 8. Кинематика теории относительности*

*Тема 9. Динамика теории относительности*

*Тема 10. Деформации и напряжения.*

*Тема 11. Элементы акустики*

*Тема 12. Неинерциальные системы отсчета*

Рекомендуемый перечень тем *лабораторных работ (при наличии)*

*Например,*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторной работы
1	<i>Законы сохранения</i>	<i>Лабораторная работа № 1. Измерение ускорения свободного падения с помощью математического и физического маятников</i>

2	<i>Кинематика абсолютно твердого тела</i>	<i>Лабораторная работа № 2. Измерение скорости тела методом баллистического маятника Лабораторная работа № 3. Изучение кинематики поступательного движения на машине Атвуда</i>
3	<i>Динамика абсолютно твердого тела</i>	<i>Лабораторная работа № 4. Соударение шаров Лабораторная работа № 5. Маятник Максвелла Лабораторная работа № 6. Маятник Обербека Лабораторная работа № 7. Определение коэффициента трения скольжения Лабораторная работа № 8. Проверка теоремы Гюйгенса-Штейнера методом вращательных колебаний</i>
4	<i>Колебательное движение.</i>	<i>Лабораторная работа № 9. Изучение механического Резонанса.  Лабораторная работа № 10. Изучение колебаний связанных маятников  Лабораторная работа № 11. Колебания пружинного маятника</i>
5	<i>Волны.</i>	<i>Лабораторная работа № 12. Определение скорости звука</i>

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

*Тема 1. Пространство и время*

*Тема 2. Кинематика материальной точки*

*Тема 3. Динамика материальной точки*

*Тема 4. Динамика систем материальных точек*

*Тема 5. Динамика абсолютно твердого тела*

*Тема 6. Колебательное движение*

*Тема 7. Волны*

*Тема 8. Кинематика теории относительности*

*Тема 9. Динамика теории относительности*

*Тема 10. Деформации и напряжения.*

*Тема 11. Элементы акустики*

*Тема 12. Неинерциальные системы отсчета.*

*Выполнение домашнего задания, предусматривающего решение задач, выполнение упражнений, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

*Тема 1. Пространство и время*

*Тема 2. Кинематика материальной точки*

*Тема 3. Динамика материальной точки*

*Тема 4. Динамика систем материальных точек*

*Тема 5. Динамика абсолютно твердого тела*

*Тема 6. Колебательное движение*

*Тема 7. Волны*

*Тема 8. Кинематика теории относительности*

*Тема 9. Динамика теории относительности*

*Тема 10. Деформации и напряжения.*

*Тема 11. Элементы акустики*

*Тема 12. Неинерциальные системы отсчета.*

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Пространство и время	ОПК-1; ОПК-2	Тестирование
Тема 2. Кинематика материальной точки	ОПК-1; ОПК-2	Тестирование, решение задач
Тема 3. Динамика материальной точки	ОПК-1; ОПК-2	Тестирование, решение задач
Тема 4. Динамика систем материальных точек	ОПК-1; ОПК-2	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ, решение задач
Тема 5. Динамика абсолютно твердого тела	ОПК-1; ОПК-2	Тестирование
Тема 6. Колебательное движение	ОПК-1; ОПК-2	Тестирование
Тема 7. Волны	ОПК-1; ОПК-2	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ, решение задач
Тема 8. Кинематика теории относительности	ОПК-1; ОПК-2	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ, решение задач
Тема 9. Динамика теории относительности	ОПК-1; ОПК-2	Тестирование, решение задач
Тема 10. Деформации и напряжения.	ОПК-1; ОПК-2	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ, решение задач
Тема 11. Элементы акустики	ОПК-1; ОПК-2	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ, решение задач
Тема 12. Неинерциальные системы отсчета	ОПК-1; ОПК-2	Тестирование

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

#### 8.1. знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

### Типовые тестовые задания:

Угол поворота вращающегося тела изменяется по закону: $\varphi = 4 + 2t + 3t^2 + 5t^3$ . Чему равно угловое ускорение? 1) $6t$ ; 2) $2 + 6t$ ; 3) $6t + 30t^2$ ; 4) $6 + 30t$ .
Сила есть ... 1) мера воздействия на тело других тел; 2) свойство тела сохранять состояние покоя или равномерного прямолинейного движения; 3) мера его инертных и гравитационных свойств; 4) мера различных форм движения.
Относительностью движения называется зависимость ... 1) скорости тела от времени его движения; 2) координаты тела от времени его движения; 3) характеристик движения тела от выбора системы координат; 4) движения тела от места приложения силы.
Из величин, характеризующих гармонические колебания, переменной является: 1) амплитуда; 2) частота; 3) начальная фаза; 4) смещение.
Человек массой 50 кг решил исследовать зависимость своего веса от ускорения вертикального движения. Какими были показания пружинных весов при движении лифта с ускорением $1\text{ м/с}^2$ , направленным вверх? ( $g = 10\text{ м/с}^2$ ) 1) 50 Н, 2) 51 Н, 3) 49 Н, 4) 500 Н, 5) 450 Н, 6) 550 Н
Однородная доска массой $m = 4\text{ кг}$ , опираясь о шероховатый пол, удерживается веревкой под углом $\varphi = 60^\circ$ к горизонту (см. рис. 3). Веревка перпендикулярна доске. Определите силу натяжения $F$ веревки. 1. 5 Н. 2. 20 Н. 3. 10 Н. 4. 40 Н.
Для определения положения материальной точки в заданной системе отсчета необходимо задать: 1) радиус-вектор этой точки; 2) тело отсчета; 3) ускорение точки; 4) скорость точки; 5) график зависимости длины пути от времени.
Тело брошено горизонтально с высокой башни со скоростью 10 м/с. Через 5 с скорость камня 1) 48 м/с 2) 35 м/с 3) 62 м/с 4) 14 м/с 5) 51 м/с
Тело массы $m$ движется под действием силы $F$ . Если массу тела уменьшить в два раза, а силу увеличить вдва раза, то модуль ускорения тела 1) уменьшится в 4 раза 2) уменьшится в 2 раза 3) не изменится 4) увеличится в 2 раза 5) увеличится в четыре раза
Через 2 с после броска кинетическая энергия тела массой 0,2 кг, брошенного вертикально вверх со скоростью 30 м/с, равна 1) 60 Дж 2) 30 Дж 3) 10 Дж 4) 0,4 Дж 5) 0,5 Дж
К ободу однородного сплошного диска радиусом 0,5 м приложена постоянная касательная сила 100 Н. При вращении диска на него действует момент сил трения 2 Н·м. Определить массу диска, если известно, что его угловое ускорение постоянно и равно $16\text{ рад/с}^2$ . 1) 16 кг 2) 24 кг 3) 26 кг 4) 34 кг 5) 36 кг
Тело совершает гармонические синусоидальные колебания с периодом $T = 1,2\text{ с}$ и нулевой начальной фазой. Через сколько времени после начала колебаний смещение тела от положения равновесия станет равным половине амплитуды? 1) 0,1 с 2) 0,6 с 3) 0,4 с 4) 0,2 с 5) 0,3 с

### Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

1. Определите наименьшее возможное давление идеального газа в процессе, происходящем по закону:  $T \propto T_0 aV^2$ , где  $T_0$  и  $a$  – положительные постоянные,  $V$  – объем моля газа.
2. В некотором объеме находится 1 моль идеального газа. Определите число молекул  $\Delta N$ , скорость которых меньше  $0,001v_{\text{вер}}$ .
3. Высокий цилиндрический сосуд с азотом находится в однородном поле силы тяжести, ускорение свободного падения в котором равно  $g$ . Температура азота изменяется по высоте так, что его плотность всюду одинакова. Найдите

градиент

температуры  $dT/dh$

4. Газ из жестких двухатомных молекул, находившийся при нормальных условиях, адиабатически сжали в  $\eta = 5$  раз по объему. Найдите среднюю кинетическую энергию вращательного движения молекулы в конечном состоянии.
5. Состояние одного моля газа изменяется по замкнутому циклу, состоящему из двух изобарических процессов и двух изохорических. В состоянии 1 температура газа  $T_1 = 100$  К, в состоянии 3 температура равна  $T_3 = 400$  К. В состояниях 2 и 4 температуры одинаковы. Определите работу, совершенную газом за цикл. Найдите изменение внутренней энергии и количество теплоты, полученное газом за цикл. Считать показатель адиабаты  $\eta = 1,4$ .
6. Один моль аргона расширили по политропе с показателем  $n = 1,5$ . При этом температура газа испытала приращение  $\Delta T = -26$  К. Найдите: 1) количество теплоты, полученного газом; 2) работу, совершенную газом.
7. Имеется идеальный газ, молярная теплоемкость  $C_V$  которого известна. Найдите молярную теплоемкость этого газа как функцию его объема  $V$ , если газ совершает процесс по закону:  $p \propto p_0 e^{aV}$ , где  $p_0, a$  – положительные постоянные.
8. Водород совершает цикл Карно. Найдите КПД цикла, если при адиабатическом расширении: а) объем газа увеличивается в  $n = 2$  раза; б) давление уменьшается в  $n = 2$  раза.
9. Найдите в расчете на 1 моль приращение энтропии идеального газа с показателем адиабаты  $\eta$ , совершающего политропический процесс, в результате которого абсолютная температура газа увеличивается в  $\eta$  раз. Показатель политропы равен  $n$ . Зная постоянные Ван-дер-Ваальса, найдите: 1) наибольший объем, который может занимать вода массы  $m = 1$  кг в жидком состоянии; 2) наибольшее давление насыщенных паров воды.
10. Найдите приращение температуры плавления льда вблизи  $0^\circ\text{C}$  при повышении давления на  $\Delta p = 1$  атм, если удельный объем льда на  $\Delta V' = 0,091$  см<sup>3</sup>/г больше удельного объема воды.
11. Вода массы  $m = 20$  г находится при температуре  $0^\circ\text{C}$  в теплоизолированном цилиндре под невесомым поршнем, площадь которого  $S = 440$  см<sup>2</sup>. Внешнее давление равно нормальному атмосферному давлению. На какую высоту  $h$  поднимется поршень, если воде сообщить количество теплоты  $Q = 20$  кДж?
12. В сосуде с воздухом при давлении  $p_0$  находится мыльный пузырек диаметра  $d$ . Давление воздуха изотермически уменьшили в  $n$  раз, в результате чего диаметр

пузырька увеличился в  $\square$  раз. Найдите поверхностное натяжение мыльной воды.

13. Вертикальный капилляр с внутренним диаметром 0,5 мм погрузили в воду так, что длина выступающей над поверхностью части капилляра  $h = 25$  мм. Найдите радиус  $R$  мениска.
14. Идеальный газ, состоящий из жестких двухатомных молекул, совершает адиабатический процесс. Как и во сколько раз изменятся коэффициент диффузии  $D$  и вязкость  $\square$  идеального газа, если его объем адиабатически уменьшить в  $n = 10$  раз?

### Типовые задания при выполнении лабораторных работ:

Работа № 3. Изучение кинематики поступательного движения на машине Атвуда

1. Цель работы: опытное изучение равноускоренного движения и нахождение ускорения свободного падения.
2. Сведения, необходимые для выполнения работы.  
Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:
  1. Сформулируйте и запишите второй закон Ньютона в дифференциальной форме.
  2. Дайте определение момента сил, момента инерции, линейного и углового ускорения. Выведите связь линейного и углового ускорения.
  3. Изменится ли натяжение нити (при движении грузов), если один перегрузок заменить другим?
  4. Как изменится, ускорение системы, если увеличить массу постоянных грузов А и В (не меняя массы перегрузка и сил трения)?
  5. Почему система движется, хотя сила трения больше веса перегрузка
6. Почему не рекомендуется ставить платформу слишком близко к началу шкалы?
7. Почему найденное значение  $g$  отличается от табличного?

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

*Примерный перечень вопросов к экзамену:*

1. Векторный и координатный способы описания движения мат. точки. Перемещение, скорость, ускорение.
2. Движение точки по окружности. Векторы угловой скорости и углового ускорения.
3. Описание произвольного криволинейного движения Радиус кривизны. Разложение вектора ускорения на нормальную и тангенциальную составляющие.
4. Силы и взаимодействия. Законы Ньютона
5. Моменты импульса и силы. Уравнение моментов для системы материальных точек.
6. Работа силы. Закон сохранения и взаимного превращения кинетической и потенциальной энергии.
7. Потенциальная энергия гравитационного и кулоновского взаимодействия.
8. Движение планет, комет и искусственных спутников Земли.
9. Задача двух тел. Переход в систему центра масс.
10. Сила Лоренца. Движение заряда в постоянном во времени электрическом и магнитном поле. Магнитные зеркала.
11. Упругие и неупругие столкновения.
12. Инерциальные системы отсчета. Преобразования Галилея и их инварианты.
13. Неинерциальные системы отсчета, движущиеся прямолинейно.
14. Силы инерции. Невесомость.
15. Неинерциальная вращающаяся система координат. Кориолисово ускорение.

16. Системы материальных точек. Центр масс. Кинетическая энергия и момент импульса системы материальных точек.
17. Твердое тело. Уравнения, описывающие поступательное и вращательное движение твердого тела. Уравнения моментов.
18. Момент инерции твердого тела. Вычисление момента инерции относительно оси вращения для симметричных тел. Понятие о тензоре момента инерции.
19. Теорема Гюйгенса. Кинетическая энергия твердого тела, совершающего вращательное и поступательное движения.
20. Гироскопы. Регулярная прецессия.
21. Плоское движение твердого тела. Скатывание цилиндра с наклонной плоскости.
22. Анализ движения физического маятника и маятника Максвелла.
23. Движение тел переменной массы. Уравнение Мещерского и уравнение Циолковского.
24. Деформации в твердых телах.
25. Гармонические колебания Дифференциальное уравнение колебаний.
26. Затухающие и вынужденные колебания Резонанс.
27. Продольные и поперечные волны. Волновое уравнение.
28. Энергия, переносимая волной в струне. Распределение смещений в бегущей волне. Стоячие волны
29. Природа звука. Высота, тембр и громкость звука. Эффект Доплера.
30. Постулаты Эйнштейна в специальной теории относительности.
31. Преобразования Лоренца в специальной теории относительности.
32. Закон сложения скоростей в теории относительности.
33. Эффекты замедления времени и сокращения длины. Релятивистская масса. Релятивистские импульс и энергия.
34. Связь массы и энергии. Ядерные реакции.

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать,	хорошо		71-85

	широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

### 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

#### Основная литература

1. Никеров В. А. Физика для вузов: механика и молекулярная физика: учебник / В. А. Никеров. - Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2019. - 136 с. - ISBN 978-5-394-00691-3. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093242>
2. Павлов С. В. Общая физика: сборник задач: учебное пособие / С.В. Павлов, Л.А. Скипетрова; под ред. С.В. Павлова. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 319 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook\_5ad4b0fd3ee963.26468696. - ISBN 978-5-16-013262-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1679516>

#### Дополнительная литература

### 10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента

- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 422 «Лаборатория механики и молекулярной физики» Состав лабораторного оборудования:

Лабораторная установка «Измерение ускорения свободного падения с помощью математического и физического маятников»

Лабораторная установка «Измерение скорости тела методом баллистического маятника»

Лабораторная установка «Изучение кинематики поступательного движения на машине Атвуда»

Лабораторная установка «Изучение механического резонанса» Лабораторная установка «Изучение колебаний связанных маятников» Лабораторная установка «Колебания пружинного маятника» Лабораторная установка «Маятник Максвелла»

Лабораторная установка «Маятник Обербека»

Лабораторная установка «Определение коэффициента трения скольжения»

Лабораторная установка «Проверка теоремы Гюйгенса-Штейнера методом вращательных колебаний»

Лабораторная установка «Соударение шаров» Лабораторная установка «Определение скорости звука»

### 1. Наименование дисциплины: «Молекулярная физика».

**Цель** дисциплины «Молекулярная физика» - представить молекулярную физику как обобщение наблюдений, практического опыта и эксперимента, вследствие чего студент должен ознакомиться с основными методами наблюдения, измерения и проведения эксперимента, создание у студентов общей картины физического мира, знание основных законов, умение применять при теоретические знания при решении практических задач.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>Код и содержание компетенции</b>	<b>Результаты освоения образовательной программы (ИДК)</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
ОПК-1. Способен использовать знания в области физики, математики и инженерии для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Демонстрирует знания законов физики и математического аппарата.  ОПК-1.2. Решает физические и инженерные задачи, используя математический аппарат.  ОПК-1.3. Решает задачи профессиональной деятельности через решение фундаментальных физических и инженерных задач.	<b>Знать:</b>  основные понятия, законы и модели молекулярной физики.  <b>Уметь:</b>  правильно соотносить содержание конкретных задач с законами физики, эффективно применять общие законы физики для решения конкретных задач в области физики и на междисциплинарных границах физики с другими областями знаний; строить математические модели простейших физических явлений и использовать для изучения этих моделей доступный ему математический аппарат, включая методы вычислительной математики;  <b>Владеть:</b>  навыками использования основных законов механики для анализа различных механических и физических систем;

		использования математического аппарата для решения физических задач
ОПК-2. Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.	<p>ОПК-2.1. Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из области физико-математических наук и инженерии.</p> <p>ОПК-2.2. Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии.</p> <p>ОПК-2.3. Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>Современные методы и подходы в инженерии, применимые для проектирования решений научно-исследовательских задач в области молекулярной физики</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>проводить поиск и анализ научно-технической информации для выявления актуальных исследовательских проблем в области молекулярной физики и инженерии</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>Способностью интегрировать знания из молекулярной физики для решения практических задач в различных сферах деятельности</p>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Молекулярная физика» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством

электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

## 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Температура.	Понятие температуры. Температурная шкала. Эмпирическая температура. Абсолютный нуль температуры. Связь абсолютной температуры и температуры по шкале Цельсия.
2	Тема 2. Молекулярно-кинетическая теория.	Атомная единица массы. Молекулярная (атомная) масса. Моль. Число Авогадро. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Принципы электронной микроскопии. Динамические методы описания термодинамических систем. Идеальный газ. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Основное уравнение кинетической теории газов. Молекулярно-кинетический смысл абсолютной температуры. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Функция распределения молекул идеального газа по значению проекции скорости. Условие нормировки. Функция распределения молекул идеального газа по скоростям. Функция распределения молекул идеального газа по модулю скорости. Характерные скорости молекул. Экспериментальная проверка

		распределения Максвелла. Броуновское движение.
3	Тема 3. Первое начало термодинамики.	<p>Равновесная термодинамическая система (ТДС). Параметры состояния ТДС. Равновесный (квазиравновесный, квазистатический) процесс. Обратимый процесс. Уравнение состояния физически однородной и изотропной ТДС. Уравнение состояния идеального газа. Термодинамическое тождество. Коэффициент теплового расширения. Термический коэффициент давления. Модуль всестороннего сжатия вещества. Элементарная работа ТДС. Работа ТДС в равновесном процессе. Работа идеального газа в изотермическом процессе. Адиабатическая оболочка. Свойство адиабатически изолированной ТДС. Внутренняя энергия ТДС. Свойства внутренней энергии ТДС.</p> <p>Теплообмен. Количество теплоты. Первое начало термодинамики. Теплоемкость тела. Удельная и молярная теплоемкости. Теплоемкость ТДС в произвольном процессе. Закон Джоуля. Внутренняя энергия идеального газа. Уравнение Майера. Адиабатическая постоянная. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Теплоемкость адиабатического процесса. Политропический процесс. Уравнение политропического процесса. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы молекул. Тепловой баланс Земли.</p>
4	Тема 4. Второе начало термодинамики.	<p>Круговой процесс (цикл). Тепловая машина. Прямой круговой процесс (цикл тепловой машины). Обратный круговой процесс (цикл холодильной машины). Коэффициент полезного действия (КПД) тепловой машины. Принципы работы паровой турбины. Холодильный коэффициент. Холодильная установка и тепловой насос. Цикл Карно (цикл идеальной тепловой машины). Двигатель Стирлинга. Цикл Отто. Принцип работы двигателя внутреннего сгорания. Цикл Дизеля. Формулировка Клаузиуса второго начала термодинамики. Формулировка Томсона второго начала термодинамики. Теорема Карно о КПД обратимого цикла (первая теорема Карно). Первое следствие первой теоремы Карно о КПД произвольной машины Карно. Второе следствие первой теоремы Карно о приведенной теплоте обратимого цикла Карно. Третье следствие первой теоремы Карно об абсолютной термодинамической температуре. Свойства абсолютной термодинамической температуры. Теорема Карно о КПД произвольного (обратимого или необратимого) цикла (вторая теорема Карно). Следствие второй теоремы Карно: неравенство Клаузиуса в частном случае. Неравенство Клаузиуса в общем виде. Энтропия.</p>

		<p>Определение энтропии в интегральной и дифференциальной формах. Энтропия идеального газа. Закон возрастания энтропии. Основное уравнение термодинамики. Термодинамическое неравенство. Зависимость внутренней энергии ТДС от ее объема. Разность теплоемкостей при постоянном объеме и давлении произвольной термодинамической системы. Свободная энергия и ее свойства. Термодинамический потенциал Гиббса и его свойства. Энтальпия и ее свойства. Макросостояние. Микросостояние. Статистический вес (термодинамическая вероятность) состояния ТДС. тепловые флуктуации. Формула Больцмана. Теорема Нернста (третье начало термодинамики). Следствия из теоремы Нернста. Самоорганизация: ячейки Бенара, реакция Белоусова – Жаботинского; эволюция конкурирующих видов; порядок и хаос; бифуркации</p>
5	Тема 5. Неидеальные газы.	<p>Уравнение Ван-дер-Ваальса. Уравнения состояния реального газа: уравнения Дитеричи, Бертло; уравнение Ван-дер-Ваальса в вириальной форме. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Энтропия газа Ван-дер Ваальса. Насыщенный пар. Критическое состояние вещества. Критические параметры. Процесс Джоуля – Томсона. Эффект Джоуля – Томсона. Эффект Джоуля –Томсона для газа Ван-дер-Ваальса. Положительные и отрицательный эффекты Джоуля – Томсона. Температура инверсии</p>
6	Тема 6. Фазовые превращения.	<p>Термодинамическая фаза. Фазовое превращение (переход). Фазовые превращения первого рода. Удельная теплота фазового перехода. Фазовые переходы второго рода. Условия фазового равновесия. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Абсолютная влажность воздуха. Относительная влажность воздуха. Точка росы. Сжижение газов. Сжижение природного газа. Сверхкритический флюид. Твердые тела. Кристаллографические системы. Кристаллографические плоскости. Рентгеноструктурный анализ кристаллов. Нейтронография, электронография. Дефекты кристаллических решеток. Полиморфизм. Фуллерен. Нано-трубки. Графен.</p>
7	Тема 7. Жидкости. Поверхностные явления.	<p>Коэффициент поверхностного натяжения жидкости. Удельная теплота изотермического увеличения поверхности жидкости. Формула Лапласа. Краевой угол. Полное смачивание. Частичные смачивание и несмачивание. Полное несмачивание. Капиллярные явления. Высота поднятия жидкости в капилляре. Вириальное уравнение состояния простой жидкости.</p>

		Молекулярное движение в жидкостях. Полимеры. Изгиб длинных молекул. Жидкие кристаллы.
8	Тема 8. Кинетические явления.	Кинетические явления. Явления переноса. Поток физической величины. Диффузия. Уравнение диффузии (закон Фика). Коэффициент диффузии. Уравнение теплопроводности (закон Фурье). Коэффициент теплопроводности. Уравнение вязкости (внутреннего трения) (закон Ньютона). Коэффициент динамической вязкости. Эффективный диаметр молекулы. Среднее число столкновений молекулы газа в единицу времени. Средняя длина свободного пробега молекулы. Коэффициента диффузии, теплопроводности и вязкости идеального газа. Измерение теплопроводности. Метод лазерной вспышки. Свободная конвекция. Конвективная устойчивость. Вынужденная конвекция. Конвективное движение в мантии Земли. Разреженные газы. Молекулярная диффузия. Молекулярное течение. Сосуд Дьюара. Получение вакуума

### **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Температура.	Понятие температуры. Температурная шкала.
2	Тема 2. Молекулярно-кинетическая теория.	Динамические методы описания термодинамических систем. Основное уравнение кинетической теории газов. Функции распределения Броуновское движение.
3	Тема 3. Первое начало термодинамики.	Равновесный (квазиравновесный, квазистатический) процесс. Уравнение состояния идеального газа. Первое начало термодинамики. Теплоемкость тела.

4	Тема 4. Второе начало термодинамики.	Круговой процесс (цикл). Тепловая машина. Коэффициент полезного действия (КПД) тепловой машины.  Цикл Карно (цикл идеальной тепловой машины).  Второе начало термодинамики.  Энтропия.
5	Тема 5. Неидеальные газы.	Уравнение Ван-дер-Ваальса.
6	Тема 6. Фазовые превращения.	Фазовые превращения первого рода.  Фазовые переходы второго рода
7	Тема 7. Жидкости. Поверхностные явления.	Коэффициент поверхностного натяжения жидкости.  Смачивание. Капиллярные явления.  Молекулярное движение в жидкостях.
8	Тема 8. Кинетические явления.	Кинетические явления. Явления переноса. Уравнение диффузии. Уравнение теплопроводности. Коэффициент теплопроводности.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 1. Молекулярно-кинетическая теория.	Уравнение состояния газа. Процессы. Молекулярно-кинетическая теория. Распределения Максвелла и Больцмана
2	Тема 3. Первое начало термодинамики.	Первое начало термодинамики. Теплоемкость
3	Тема 4. Второе начало термодинамики.	Второе начало термодинамики. Циклы. Энтропия
4	Тема 5. Неидеальные газы.	Газ Ван-дер-Ваальса
5	Тема 6. Фазовые превращения.	Фазовые превращения
6	Тема 7. Жидкости. Поверхностные явления.	Жидкости. Капиллярные явления
7	Тема 8. Кинетические явления.	Явления переноса

Рекомендуемый перечень тем *лабораторных* работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
-------	---------------------------------	-------------------------

		Лабораторная работа № 13. Измерение соотношения $C_p/C_v$ воздуха
		Лабораторная работа № 14. Изучение изобарного процесса
1	Тема 3. Первое начало термодинамики.	Лабораторная работа № 15. Изучение изохорного процесса
		Лабораторная работа № 16. Изучение изотермического процесса
2	Тема 4. Второе начало термодинамики.	Лабораторная работа № 17. Определение теплопроводности воздуха
		Лабораторная работа № 18. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости
3	Тема 7. Жидкости. Поверхностные явления.	

#### Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по изученным ранее темам.

2. При подготовке к практическим занятиям, прежде всего, необходимо решить домашнее задание, а затем изучить необходимый теоретический минимум к следующему практическому заданию. При решении задач полезно пользоваться книгами, которые называются «Руководство к решению задач».

3. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с эксплуатационными процедурами используемой в работе КИА, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части

свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом

знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Температура.	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование
Тема 2. Молекулярно-кинетическая теория.	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, решение задач
Тема 3. Первое начало термодинамики.	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ, решение задач
Тема 4. Второе начало термодинамики.	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ, решение задач
Тема 5. Неидеальные газы.	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, решение задач
Тема 6. Фазовые превращения.	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, решение задач
Тема 7. Жидкости. Поверхностные явления.	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ, решение задач
Тема 8. Кинетические явления.	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, решение задач

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

**Типовые тестовые задания:**

<p>Укажите утверждение, относящееся к основному положению молекулярно-кинетической теории:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) для данной массы газа при неизменной температуре произведение давления газа на его объём постоянно;</li> <li>2) молекулы вещества находятся в хаотическом тепловом движении;</li> <li>3) в равных объёмах газов при одинаковых температурах и давлениях содержится одинаковое число молекул;</li> <li>4) на каждую степень свободы молекулы в среднем приходится энергия, равная <math>kT/2</math>.</li> </ol> <p>Газ, совершив цикл, вернулся в первоначальное состояние. При этом изменение его внутренней энергии ...</p>
---

1) $\Delta U > 0$ ;    2) $\Delta U < 0$ ;    3) $\Delta U = 0$ ;    4) $\Delta U = A$ .
С помощью кипятильника мощностью 300 Вт не удается довести до кипения воду массой 1,2 кг из-за теплообмена с окружающей средой. Когда температура воды перестает увеличиваться, кипятильник выключают. На сколько понизится температура воды за следующую минуту? 1. На $7,5^\circ$ . 2. На $5,4^\circ$ . 3. На $2,8^\circ$ . 4. На $3,6^\circ$ .
При неизменной концентрации частиц идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 3 раза. При этом давление газа 1) уменьшилось в 3 раза.    2) увеличилось в 3 раза 3) увеличилось в 9 раз.    4) не изменилось
Кипение жидкости происходит при температуре ... 1) $100^\circ\text{C}$ . 2) при которой давление насыщенных паров жидкости равно внешнему давлению на свободную поверхность жидкости. 3) при которой гидростатическое давление жидкости на дно сосуда равно внешнему давлению на свободную поверхность жидкости. 4) при которой жидкость переходит в пар.

**Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:**

1. Определите наименьшее возможное давление идеального газа в процессе, происходящем по закону:  $T = T_0 + aV^2$ , где  $T_0$  и  $a$  – положительные постоянные,  $V$  – объем моля газа.
2. В некотором объеме находится 1 моль идеального газа. Определите число молекул  $\Delta N$ , скорость которых меньше  $0,001v_{\text{вер}}$ .
3. Высокий цилиндрический сосуд с азотом находится в однородном поле силы тяжести, ускорение свободного падения в котором равно  $g$ . Температура азота изменяется по высоте так, что его плотность всюду одинакова. Найдите градиент температуры  $dT/dh$
4. Газ из жестких двухатомных молекул, находившийся при нормальных условиях, адиабатически сжали в  $\eta = 5$  раз по объему. Найдите среднюю кинетическую энергию вращательного движения молекулы в конечном состоянии.
5. Состояние одного моля газа изменяется по замкнутому циклу, состоящему из двух изобарических процессов и двух изохорических. В состоянии 1 температура газа  $T_1 = 100$  К, в состоянии 3 температура равна  $T_3 = 400$  К. В состояниях 2 и 4 температуры одинаковы. Определите работу, совершенную газом за цикл. Найдите измерение внутренней энергии и количество теплоты, полученное газом за цикл. Считать показатель адиабаты  $\gamma = 1,4$ .
6. Один моль аргона расширили по политропе с показателем  $n = 1,5$ . При этом температура газа испытала приращение  $\Delta T = -26$  К. Найдите: 1) количество теплоты, полученного газом; 2) работу, совершенную газом.
7. Имеется идеальный газ, молярная теплоемкость  $C_V$  которого известна. Найдите молярную теплоемкость этого газа как функцию его объема  $V$ , если газ совершает процесс по закону:  $p = p_0 e^{aV}$ , где  $p_0$ ,  $a$  – положительные постоянные.

8. Водород совершает цикл Карно. Найдите КПД цикла, если при адиабатическом расширении: а) объем газа увеличивается в  $n = 2$  раза; б) давление уменьшается в  $n = 2$  раза.
9. Найдите в расчете на 1 моль приращение энтропии идеального газа с показателем адиабаты  $\gamma$ , совершающего политропический процесс, в результате которого абсолютная температура газа увеличивается в  $\tau$  раз. Показатель политропы равен  $n$ .
10. Зная постоянные Ван-дер-Ваальса, найдите: 1) наибольший объем, который может занимать вода массы  $m = 1$  кг в жидком состоянии; 2) наибольшее давление насыщенных паров воды.
11. Найдите приращение температуры плавления льда вблизи  $0^\circ\text{C}$  при повышении давления на  $\Delta p = 1$  атм, если удельный объем льда на  $\Delta V' = 0,091$  см<sup>3</sup>/г больше удельного объема воды.
12. Вода массы  $m = 20$  г находится при температуре  $0^\circ\text{C}$  в теплоизолированном цилиндре под невесомым поршнем, площадь которого  $S = 440$  см<sup>2</sup>. Внешнее давление равно нормальному атмосферному давлению. На какую высоту  $h$  поднимется поршень, если воде сообщить количество теплоты  $Q = 20$  кДж?
13. В сосуде с воздухом при давлении  $p_0$  находится мыльный пузырек диаметра  $d$ . Давление воздуха изотермически уменьшили в  $n$  раз, в результате чего диаметр пузырька увеличился в  $\eta$  раз. Найдите поверхностное натяжение мыльной воды.
14. Вертикальный капилляр с внутренним диаметром 0,5 мм погрузили в воду так, что длина выступающей над поверхностью части капилляра  $h = 25$  мм. Найдите радиус  $R$  мениска.
15. Идеальный газ, состоящий из жестких двухатомных молекул, совершает адиабатический процесс. Как и во сколько раз изменятся коэффициент диффузии  $D$  и вязкость  $\eta$  идеального газа, если его объем адиабатически уменьшить в  $n = 10$  раз?
16. Найдите распределение температуры в пространстве между двумя концентрическими цилиндрами с радиусами  $R_1$  и  $R_2$ , заполненными однородным теплопроводящим веществом, если температуры цилиндров равны  $T_1$  и  $T_2$ .

***Типовые задания при выполнении лабораторных работ:***

Работа № 13. Измерение соотношения  $C_p/C_v$  воздуха

1. Цель работы

Получение навыков экспериментального измерения соотношения  $C_p/C_v$  для воздуха.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

1. Дайте определение теплоёмкости.
2. Выведите формулу Пуазейля.

3. Получите формулу для определения удельной теплоёмкости воздуха.
4. Поясните связь между теплоемкостями  $C_p$  и  $C_v$ .
5. Объясните суть метода определения удельной теплоёмкости воздуха.

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

#### *Примерный перечень вопросов к экзамену:*

1. Молекулярная физика и термодинамика. Понятие температуры. Тепловое и термодинамическое равновесие. Общее (нулевое) начало термодинамики. Тепловое равновесие и температура
2. Температурная шкала. Эмпирическая температурная шкала. Термометрическое тело. Температурный параметр. Градуировка термометра. Шкала Цельсия. Закон Шарля. Абсолютная температурная шкала. Абсолютный нуль температур. Виды термометров
3. Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ). Экспериментальное подтверждение основных положений МКТ: броуновское движение, диффузия, опыты Штерна. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциал Леннарда – Джонса. Атомная единица массы. Относительная молекулярная масса. Моль. Число Авогадро. Молярная масса
4. Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ). Экспериментальное подтверждение основных положений МКТ: броуновское движение, диффузия, опыты Штерна. Принцип работы электронного микроскопа. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциал Леннарда – Джонса. Атомная единица массы. Относительная молекулярная масса. Моль. Число Авогадро. Молярная масса
5. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов. Среднеквадратичная скорость молекул идеального газа. Молекулярно-кинетический смысл абсолютной температуры идеального газа
6. Идеальный газ во внешнем поле. Барометрическая формула. Зависимость концентрации молекул идеального газа от высоты в однородном поле силы тяжести. Распределение Больцмана
7. Распределение молекул идеального газа по значениям проекции скорости на координатную ось. Функция распределения молекул идеального газа по значениям проекции скорости на координатную ось. Условие нормировки функции Максвелла  $\varphi(v_z)$ . Свойства функции  $\varphi(v_z)$
8. Распределение молекул идеального газа по модулю скорости. Функция распределения молекул по скоростям  $f(v_x, v_y, v_z)$ . Функция распределения молекул идеального газа по модулю скорости. Свойства функции Максвелла  $F(v)$ . Наиболее вероятная скорость

9. Распределение молекул идеального газа по модулю скорости. Функция распределения молекул по скоростям  $f(v_x, v_y, v_z)$ . Функция распределения молекул идеального газа по модулю скорости. Свойства функции Максвелла  $F(v)$
10. Термодинамическая система. Термодинамические параметры. Трехпараметрическая термодинамическая системы. Равновесное и неравновесное состояния термодинамической системы. Время релаксации. Термодинамические процессы. Равновесные и неравновесные термодинамические процессы. Обратимые и необратимые термодинамические процессы. Уравнение состояния термодинамической системы. Основное термодинамическое тождество. Термодинамические коэффициенты
11. Элементарная работа термодинамической системы. Работа термодинамической системы в конечном процессе. Работа в круговом процессе. Зависимость работы термодинамической системы от вида процесса. Работа идеального газа в изохорном, изобарном и изотермическом процессах
12. Внутренняя энергия термодинамической системы. Понятие адиабатически изолированной термодинамической системы. Основное свойство адиабатически изолированной термодинамической системы. Определение внутренней энергии в термодинамике. Свойства внутренней энергии. Теплообмен. Количество теплоты. Первое начало термодинамики
13. Теплоемкость термодинамической системы (теплоемкость тела). Молярная и удельная теплоемкости. Зависимость теплоемкости термодинамической системы от вида процесса. теплоемкость термодинамической системы в произвольном процессе. Закон Джоуля. Уравнение Майера
14. Адиабатический процесс. Уравнение адиабатического процесса для идеального газа. Теплоемкость и работа идеального газа в адиабатическом процессе
15. Политропический процесс. Уравнение политропического процесса для идеального газа. Отрицательная теплоемкость термодинамической системы
16. Понятие кругового процесса (цикла). Обратимые и необратимые круговые процессы. Циклы тепловой и холодильной машин. Характеристики циклов тепловой и холодильной машин. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Холодильный коэффициент
17. Паровая машина. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия цикла Карно. Обратимость цикла Карно
18. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия цикла Карно (без вывода формулы). Обратимость цикла Карно. Цикл Стирлинга. Принцип работы тепловой машины Стирлинга. Коэффициент полезного действия цикла Стирлинга

19. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия цикла Карно (без вывода формулы). Обратимость цикла Карно. Двигатель внутреннего сгорания. Цикл Отто. Коэффициент полезного действия цикла Отто
20. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия цикла Карно (без вывода формулы). Обратимость цикла Карно. Двигатель Дизеля
21. Второе начало термодинамики (по Клаузиусу и по Томсону). Второе начало термодинамики и вечный двигатель второго рода. Теорема Карно о коэффициенте полезного действия обратимого цикла (первая теорема Карно)
22. Теорема Карно о коэффициенте полезного действия обратимого цикла (первая теорема Карно, без доказательства). Следствия первой теоремы Карно: коэффициент полезного действия произвольной тепловой машины Карно; приведенная теплота обратимого цикла тепловой машины, связанной с двумя тепловыми резервуарами; построение абсолютной температурной шкалы. Свойства абсолютной температурной шкалы. Абсолютный нуль температур
23. Вторая теорема Карно. Неравенство Клаузиуса для случая тепловой машины, обменивающейся теплотой с двумя тепловыми резервуарами
24. Вторая теорема Карно (без доказательства). Неравенство Клаузиуса
25. Приведенная теплота произвольного обратимого кругового процесса. Свойство приведенной теплоты произвольного обратимого кругового процесса. Энтропия термодинамической системы. Энтропия идеального газа
26. Энтропия термодинамической системы. Изменение энтропии в произвольном процессе. Закон возрастания энтропии. Расширение идеального газа в вакуум. Парадокс Гиббса
27. Энтропия термодинамической системы. Изменение энтропии в произвольном процессе. Закон возрастания энтропии. Пример необратимого процесса: тепловой контакт тел при разных температурах. Основное уравнение термодинамики. Основное термодинамическое неравенство
28. Понятия макро- и микросостояния Термодинамической системы. Статистический вес макросостояния термодинамической системы. Вероятность макросостояния термодинамической системы. Вероятностный подход к объяснению необратимости расширения идеального газа в вакуум. Тепловые флуктуации. Формула Больцмана
29. Функция состояния термодинамической системы. Термодинамические потенциалы. Внутренняя энергия термодинамической системы. Свободная энергия
30. Функция состояния термодинамической системы. Термодинамические потенциалы. Термодинамический потенциал Гиббса. Энтальпия
31. Третье начало термодинамики (теорема Нернста). Энтропия тела при заданной температуре. Справедливость теоремы Нернста. Первое следствие теоремы Нернста:

- теплоемкость тела при приближении к абсолютному нулю температур. Второе следствие теоремы Нернста: поведение коэффициента теплового расширения при абсолютном нуле температур
32. Третье начало термодинамики (теорема Нернста). Энтропия тела при заданной температуре. Справедливость теоремы Нернста. Первое следствие теоремы Нернста: теплоемкость тела при приближении к абсолютному нулю температур. Второе следствие теоремы Нернста: поведение термического коэффициента давления при абсолютном нуле температур
  33. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Модель газа Ван-дер-Ваальса. Понятие радиуса молекулярного действия. Ван-дер-ваальсовы силы. Физический смысл поправок в уравнении Ван-дер-Ваальса
  34. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Модель газа Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса
  35. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Модель газа Ван-дер-Ваальса. Понятие радиуса молекулярного действия. Ван-дер-ваальсовы силы. Физический смысл поправок в уравнении Ван-дер-Ваальса. Энтропия газа Ван-дер-Ваальса
  36. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Спинодаль. Критическая точка. Критические параметры. Жидкая и газообразная фазы на диаграмме Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа. Метастабильные состояния: переохлажденный пар и перегретая жидкость
  37. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Жидкая и газообразная фазы на диаграмме Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа. Метастабильные состояния: переохлажденный пар и перегретая жидкость. Правило Максвелла. Правило рычага
  38. Понятия фазы и фазового перехода. Фазовый переход первого рода. Фазовый переход второго рода. Условия фазового равновесия в двухфазной гетерогенной системе. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Кривые фазового равновесия. Диаграмма состояния. Критическая точка. Тройная точка. Сопоставление изотерм реального газа с изотермами на диаграмме состояний. Диаграмма состояния гелия
  39. Кинетические процессы. Явления переноса. Понятие потока физической величины. Градиент физической величины. Уравнения диффузии (закон Фика). Коэффициент диффузии. Уравнение теплопроводности (закон Фурье). Коэффициент теплопроводности. Уравнение вязкости (закон Ньютона). Коэффициент вязкости
  40. Понятия эффективного диаметра и эффективного сечения соударения молекулы. Средняя длина свободного пробега молекулы. Уравнения диффузии (закон Фика). Коэффициент диффузии. Коэффициент диффузии идеального газа
  41. Понятия эффективного диаметра и эффективного сечения соударения молекулы. Средняя длина свободного пробега молекулы. Уравнение теплопроводности (закон

- Фурье). Коэффициент теплопроводности. Коэффициент теплопроводности идеального газа
42. Понятия эффективного диаметра и эффективного сечения соударения молекулы. Средняя длина свободного пробега молекулы. Уравнение вязкости (закон Ньютона). Коэффициент вязкости Коэффициент вязкости идеального газа
43. Поверхностное натяжение. Понятие радиуса молекулярного взаимодействия. Коэффициент поверхностного натяжения. Свободная энергия жидкости. Сила, действующая на поверхность жидкости. Удельная теплота изотермического процесса увеличения поверхности жидкости
44. Поверхностное натяжение. Понятие радиуса молекулярного взаимодействия. Коэффициент поверхностного натяжения. Формула Лапласа. Избыточное давление в капле жидкости и в заполненном воздухом мыльном пузыре
45. Поверхностные явления. Явления на границе раздела твердое тело – жидкость – газ. Краевой угол. Частичное и полное смачивание и несмачивание. Капиллярные явления. Высота поднятия жидкости в капилляре

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельность и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85

Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков	удовлетворительного уровня	неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **Основная литература**

1. Никеров В. А. Физика для вузов: механика и молекулярная физика: учебник / В. А. Никеров. - Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2019. - 136 с. - ISBN 978-5-394-00691-3. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093242>
2. Павлов С. В. Общая физика: сборник задач: учебное пособие / С.В. Павлов, Л.А. Скипетрова; под ред. С.В. Павлова. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 319 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook\_5ad4b0fd3ee963.26468696. - ISBN 978-5-16-013262-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1679516>

### **Дополнительная литература**

1. Физика. Практикум по решению задач: учеб. пособие / Л. Л. Гладков [и др.]. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2014. - 282 с.: табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. в конце кн. - ISBN 978-5-8114-1535-9
2. Грабовский Р. И. Курс физики: учеб. пособие для вузов / Р. И. Грабовский. - 12-е изд., стер. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2012. - 607 с.: ил. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - Предм. указ.: с. 597-601. - ISBN 978-5-8114-0466-7
3. Трофимова Т. И. Курс физики: учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. - 18-е изд., стер. - Москва: Академия, 2010. - 557, [1] с.: ил. - (Высшее профессиональное образование). - Предм. указ.: с. 537-549. - ISBN 978-5-7695-7601-0
4. Элементарный учебник физики: в 3 т. / под ред. Г. С. Ландсберга. - 13-е изд. - М.: Физматлит, 2003 - Текст: непосредственный. Т. 1 : Механика. Теплота. Молекулярная физика. - 607 с. - Библиогр.: с. 607. - ISBN 5-9221-0348-2
5. Савельев И. В. Курс физики: учебник: в 3 т. / И. В. Савельев. - СПб.: Мифрил, 1996 - Текст: непосредственный. Т. 1: Механика. Молекулярная физика. - 304 с. - ISBN 5-56457-015-X. - ISBN 5-86457-018-4
6. Ландау Л. Д. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика: [Для вузов] / А. И. Ахиезер, Е. М. Лифшиц, Л. Д. Ландау, 2-е изд., испр. - М.: Наука, 1969. - 399 с.

7. Умов Н. А. Курс физики: лекции / проф. Н. А. Умов. - Текст: электронный. Т. 1: Механика - Молекулярная физика - Теплота. - Москва: Тип. О. Л. Сомовой, 1907. - 1 on-line, 447 с

**10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 422 «Лаборатория механики и молекулярной физики»

Состав лабораторного оборудования:

Лабораторная установка «Измерение соотношения  $C_p/C_v$  воздуха»

Лабораторная установка «Изучение изобарного процесса»

Лабораторная установка «Изучение изотермического процесса»

Лабораторная установка «Изучение изохорного процесса»

Лабораторная установка «Определение теплопроводности воздуха»

Лабораторная установка «Определение скорости звука»

Лабораторная установка «Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости»

Персональный компьютер с параметрами - Intel Core I3-3220, 3.3 GHz, 4Gb RAM, 1 Tb HDD, 21,5", keyboard, Mouse, LAN, Internet access

Операционная система MS Windows 10 Home № договора Б-00388960 от 17.12.2018 (бессрочно) МОЙ ОФИС Профессиональный корп.академ. № договора 272-ЛД (бессрочно).

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## **1. Наименование дисциплины: «Электричество и магнетизм».**

*Цель дисциплины «Электричество и магнетизм» - Понимание основных понятий и законов электричества и магнетизма, таких как электрический заряд, электрическое поле, магнитное поле, электромагнитная индукция и т.д. Задачами дисциплины являются освоение теоретических основ электромагнетизма, связи электромагнетизма с другими разделами физики и техники. Проведение экспериментальных исследований в области электрических и магнитных явлений.*

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<b>Код и содержание компетенции</b>	<b>Результаты освоения образовательной программы (ИДК)</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
ОПК-1. Способен использовать знания в области физики, математики и инженерии для решения задач	ОПК-1.1. Демонстрирует знания законов физики и математического аппарата. ОПК-1.2. Решает физические и инженерные задачи, используя математический аппарат.	<b>Знать:</b> фундаментальные законы природы, основные физические законы, методы накопления, передачи и обработки информации в области электричества и магнетизма.

<p>профессиональной деятельности.</p>	<p>ОПК-1.3. Решает задачи профессиональной деятельности через решение фундаментальных физических и инженерных задач.</p>	<p><b>Уметь:</b></p> <p>применять физические законы для решения задач профессиональной деятельности в области электричества и магнетизма.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>теоретическими и экспериментальными исследованиями объектов профессиональной деятельности в области электричества и магнетизма.</p>
<p>ОПК-2. Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.</p>	<p>ОПК-2.1. Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из области физико-математических наук и инженерии.</p> <p>ОПК-2.2. Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии.</p> <p>ОПК-2.3. Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>Современные методы и подходы в инженерии, применимые для проектирования решений научно-исследовательских задач в области электричества и магнетизма.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>проводить поиск и анализ научно-технической информации для выявления актуальных исследовательских проблем в области электричества и магнетизма.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>Способностью интегрировать знания из электричества и магнетизма для решения практических задач в различных сферах деятельности</p>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электричество и магнетизм» представляет собой дисциплину *обязательной* части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной

аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Электромагнитное взаимодействие и его роль в физике.	<p><i>Классификация физических взаимодействий и структура вещества. Элементарные частицы, их индивидуальные и коллективные свойства. Лептоны, адроны, мезоны, кварки. Фотон и другие бозоны. Классическая и квантовая статистики. Стандартная модель строения вещества. Объединение электромагнитного и слабого взаимодействий.</i></p> <p><i>Электрические заряды и токи. Дискретные и континуальные представления электричества. Сила тока, плотность тока. Плотность тока как поток носителей. Элемент тока.</i></p> <p><i>Закон сохранения заряда. Интегральная и дифференциальная форма уравнения непрерывности. Условие постоянства тока.</i></p> <p><i>Законы силового взаимодействия электрических зарядов и токов (законы Кулона и Ампера). Электрическая <math>\epsilon_0</math> и магнитная <math>\mu_0</math> постоянные.</i></p>

		<p><i>Границы применимости законов Кулона и Ампера.</i></p> <p><i>Принцип суперпозиции. Сила взаимодействия между линейными токами. Единица измерения силы тока – ампер. Эталон ампера.</i></p>
2	<p><i>Тема 2. Основные свойства стационарных электрических и магнитных полей в пустоте.</i></p>	<p><i>Напряженность электрического поля <math>\vec{E}</math>.</i></p> <p><i>Индукция магнитного поля <math>\vec{B}</math>. Вычисление полей, создаваемых распределением зарядов и токов.</i></p> <p><i>Скалярный <math>\phi</math> и векторный <math>\vec{A}</math> потенциалы. Потенциал как энергетическая характеристика поля. Неопределенность потенциалов.</i></p> <p><i>Геометрическое изображение полей. Силовые линии и эквипотенциальные поверхности.</i></p> <p><i>Теоремы Гаусса и Стокса для электрических и магнитных полей. Монополь Дирака.</i></p> <p><i>Применение теорем Гаусса и Стокса для вычисления электрических и магнитных полей.</i></p> <p><i>Уравнение Пуассона. Граничные условия. Единственность решения уравнения Пуассона. Уравнение Лапласа.</i></p> <p><i>Электрический диполь и магнитный момент. Потенциал и напряженность поля электрического диполя. Векторный потенциал и индукция магнитного поля витка с током. Силы и моменты сил, действующих на диполь и виток с током в электрических и магнитных полях.</i></p>
3	<p><i>Тема 3. Электрическое и магнитное поле в средах.</i></p>	<p><i>Поляризация и намагничивание сред. Вектор поляризации <math>\vec{P}</math> и вектор намагничивания <math>\vec{M}</math>. Свободные и поляризационные заряды.</i></p> <p><i>Общие выражения для скалярного и векторного потенциала с учетом поляризации и намагничивания сред.</i></p> <p><i>Индукция электрического поля <math>\vec{D}</math> и напряженность магнитного поля <math>\vec{H}</math>. Материальные уравнения Максвелла. Восприимчивости <math>\alpha</math>, <math>\chi</math> и проницаемости <math>\epsilon</math>, <math>\mu</math> веществ. Классификация диэлектриков и магнетиков.</i></p> <p><i>Кривая намагничивания и кривая поляризации. Гистерезис. Свойства ферромагнетиков и сегнетоэлектриков.</i></p>

		<i>Условия на границе раздела двух различных сред. Законы преломления.</i>
4	<i>Тема 4. Электрический ток.</i>	<p><i>Вольт-амперная характеристика. Закон Ома для однородного проводника. Электропроводность. Сопротивление. Температурная зависимость электропроводности. Работа тока. Закон Джоуля-Ленца.</i></p> <p><i>Законы Ома и Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Потенциальные диаграммы. Закон Ома для неоднородного проводника и для замкнутой цепи. Электродвижущая сила. Сторонние силы.</i></p> <p><i>Электрический ток в средах. Электролиты, законы Фарадея. Виды газового разряда: тлеющий разряд, дуга, искра, молния.</i></p> <p><i>Ток в вакуумных приборах. Закон «трех вторых». Вольт-амперная характеристика диода. Ток насыщения. Электронные лампы.</i></p> <p><i>Электрический ток в неоднородных средах. Локализация зарядов. Моделирование электрических полей.</i></p> <p><i>Правила Кирхгофа. Расчет электрических цепей.</i></p>
5	<i>Тема 5. Переменное электромагнитное поле.</i>	<p><i>Закон электромагнитной индукции. Второе уравнение Максвелла. Общее выражение для напряженности электрического поля.</i></p> <p><i>Единица магнитного потока – вебер. Ток смещения. Соотношение между токами смещения и токами проводимости.</i></p> <p><i>Полная система уравнений Максвелла в неподвижной системе. Значение теории Максвелла. Преобразование полей.</i></p>
6	<i>Тема 6. Энергия электромагнитного поля.</i>	<p><i>Закон сохранения энергии электромагнитного поля в неподвижных средах.</i></p> <p><i>Энергия магнитного поля. Энергия при намагничивании и размагничивании. Собственная энергия тока.</i></p> <p><i>Энергия электрического поля. Собственная энергия системы зарядов.</i></p> <p><i>Поток энергии. Вектор Пойнтинга.</i></p> <p><i>Элементы электрических цепей. Резисторы, конденсаторы, индуктивность. Взаимная индуктивность. Источники тока, режимы их</i></p>

		<p>работы. Коэффициент полезного действия. Согласование.</p>
7	<p>Тема 7. Переменный ток. Электрические колебания.</p>	<p>Закон Ома для переменного тока. Последовательное и параллельное соединения <math>R</math>, <math>L</math>, <math>C</math> и <math>\varepsilon</math>. Полное сопротивление и полная проводимость. Комплексные амплитуды. Векторные диаграммы. Закон Ома для участка цепи.</p> <p>Резонанс напряжений и резонанс токов. Условия наблюдения резонанса. Резонансные характеристики.</p> <p>Работа и мощность переменного тока. Коэффициент мощности.</p> <p>Переходные процессы в электрических цепях: зарядка и разрядка конденсатора, установление и исчезновение тока в цепи с индуктивностью.</p> <p>Затухающие электрические колебания. Характеристики затухания. Добротность колебательного контура. Установление и затухание колебаний.</p> <p>Автоколебания. Генератор автоколебаний на триоде. Отрицательное сопротивление. Обратная связь. Условие самовозбуждения.</p>
8	<p>Тема 8. Электромагнитные волны.</p>	<p>Классификация волн. Характеристики волновых процессов. Волновое уравнение. Волновая функция.</p> <p>Решение уравнений Максвелла для пустого пространства и для среды с источниками. Уравнения Гельмгольца и уравнения Даламбера. Плоские и сферические электромагнитные волны. Запаздывающие потенциалы.</p> <p>Свойства электромагнитных волн в изотропной среде: распространение, отражение и преломление, перенос энергии, давление.</p>
9	<p>Тема 9. Электронные явления.</p>	<p>Классическая электронная теория металлов. Природа электропроводности в различных средах.</p> <p>Энергетический спектр электронов в кристалле. Распределение Ферми. Уровень Ферми. Работа выхода. Зонная структура металлов, диэлектриков, чистых и легированных полупроводников.</p> <p>Контактные явления. Контактная разность потенциалов. Термоэлектродвижущая сила.</p>

		<p><i>Явление Пельтье. Полупроводниковые диоды и транзисторы.</i></p> <p><i>Гальваномагнитные явления. Эффект Холла.</i></p> <p><i>Электронная природа ферро-, пара- и диамагнетизма.</i></p> <p><i>Теорема Лармора. Магнитный резонанс.</i></p>
10	Тема 10. Международная система единиц.	<p><i>Принципы построения системы единиц СИ. Основные, дополнительные, производные единицы. внесистемные единицы.</i></p>

### **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Тема лекций</b>
1	<i>Тема 1. Электромагнитное взаимодействие и его роль в физике.</i>	<i>Классификация фундаментальных типов взаимодействий</i>
2	<i>Тема 2. Основные свойства стационарных электрических и магнитных полей в пустоте.</i>	<i>Сравнительный анализ подобия основных уравнений электростатики и магнитостатики и их решений.</i>
3	<i>Тема 3. Электрическое и магнитное поле в средах.</i>	<i>Сегнетоэлектрики и их применение в технике</i>
4	<i>Тема 4. Электрический ток.</i>	<i>Основные виды газовых разрядов, условия их наблюдения и применение в технике.</i>
5	<i>Тема 5. Переменное электромагнитное поле.</i>	<i>Пределы применимости электромагнитной теории Максвелла и их обоснование</i>
6	<i>Тема 6. Энергия электромагнитного поля.</i>	<i>Методы генерации и хранения электромагнитной энергии в технике</i>
7	<i>Тема 7. Переменный ток. Электрические колебания.</i>	<i>Принципы действия и устройство электродвигателей и генераторов переменного тока</i>
8	<i>Тема 8. Электромагнитные волны.</i>	<i>Сравнительный анализ методов генерации электромагнитных волн различных</i>

		<i>частотных диапазонов и особенностей их взаимодействия с веществом</i>
9	<i>Тема 9. Электронные явления.</i>	<i>Датчики Холла и их применение в технике</i>
10	<i>Тема 10. Международная система единиц.</i>	<i>Сравнительный анализ принципов построения системы и Гауссовой системы единиц измерения</i>

Рекомендуемая тематика *практических* занятий (при наличии)

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Тема практических занятий</b>
1	<i>Тема 1. Электромагнитное взаимодействие и его роль в физике.</i>	<i>Исследование структуры стационарных электрических и магнитных полей в вакууме систем электрических зарядов и постоянных токов.</i>
2	<i>Тема 2. Основные свойства стационарных электрических и магнитных полей в пустоте.</i>	<i>Применение уравнений электростатики и магнитостатики для расчета характеристик статических электрических и магнитных полей различных систем неподвижных электрических зарядов, постоянных электрических токов.</i>
3	<i>Тема 3. Электрическое и магнитное поле в средах.</i>	<i>Расчет статических электрических и магнитных полей посредством применения теорем Гаусса и Стокса.</i>
4	<i>Тема 4. Электрический ток.</i>	<i>Расчет электрического поля, создаваемого электрическим диполем, и магнитного поля, создаваемого магнитным диполем. Исследование поведения диполей во внешнем поле заданной структуры аналитически и посредством вычислений.</i>
5	<i>Тема 5. Переменное электромагнитное поле.</i>	<i>Расчет напряженности электрического поля, электрической индукции, и поляризованности в диэлектриках. Расчет напряженности, индукции магнитного поля, и намагниченности в магнетиках.</i>
6	<i>Тема 6. Энергия электромагнитного поля.</i>	<i>Вычисление характеристик постоянного электрического тока. Применение закона Ома и правил Кирхгофа для расчета электрических цепей постоянного тока.</i>
7	<i>Тема 7. Переменный ток. Электрические колебания.</i>	<i>Расчет энергии и плотности энергии электрического и магнитного поля конкретных систем.</i>
8	<i>Тема 8. Электромагнитные волны.</i>	<i>Расчет установления и исчезновения тока в цепях с катушками индуктивности и конденсаторами. Вычисление работы электрического тока по зарядке конденсатора и накоплению энергии</i>

		<i>магнитного поля в катушке индуктивности.</i>
9	<i>Тема 9. Электронные явления.</i>	<i>Вычисление магнитного потока через поверхность, э.д.с. электромагнитной индукции (самоиндукции и взаимной индукции), и индукционного электрического тока.</i>
10	<i>Тема 10. Международная система единиц.</i>	<i>Расчет цепей гармонического тока на основе закона Ома и правил Кирхгофа. Расчет резонанса токов и напряжений.</i>

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Тема лабораторных работ</b>
1	<i>Тема 2. Основные свойства стационарных электрических и магнитных полей в пустоте.</i>	<i>Моделирование электростатических полей</i>
2	<i>Тема 2. Основные свойства стационарных электрических и магнитных полей в пустоте.</i>	<i>Влияние внутреннего сопротивления измерительных приборов на результаты измерений</i>
3	<i>Тема 3. Электрическое и магнитное поле в средах.</i>	<i>Исследование термоэлектрогенератора</i>
4	<i>Тема 4. Электрический ток.</i>	<i>Зависимость характеристик полупроводниковых диодов от температуры</i>
5	<i>Тема 5. Переменное электромагнитное поле.</i>	<i>Тензодатчики</i>
6	<i>Тема 3. Электрическое и магнитное поле в средах.</i>	<i>Гистерезис в ферромагнетиках</i>
7	<i>Тема 7. Переменный ток. Электрические колебания.</i>	<i>Биполярный транзистор</i>
8	<i>Тема 4. Электрический ток.</i>	<i>Измерение температуры</i>
9	<i>Тема 9. Электронные явления.</i>	<i>Баллистический метод измерения магнитного поля</i>
10	<i>Тема 7. Переменный ток. Электрические колебания.</i>	<i>Резонанс в электрическом колебательном контуре</i>

Требования к самостоятельной работе студентов

- изучение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы;

- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка и выполнение заданий по тематике самостоятельных работ;
- подготовка к промежуточной аттестации (экзамену).

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся составляют:

- Материалы лекций
- Учебно-методическая литература
- Информационные ресурсы "Интернета"
- Методические рекомендации и указания к лабораторным работам
- Фонды оценочных средств

При организации самостоятельного изучения ряда тем лекционных курсов дисциплины студент работает в соответствии с указаниями, выданными преподавателем. Указания по изучению теоретического материала курса составляются дифференцированно по каждой теме и включают в себя следующие элементы:

- название темы;
- цели и задачи изучения темы;
- основные вопросы темы;
- характеристику основных понятий и определений, необходимых студенту для усвоения данной темы;
- список рекомендуемой литературы;
- наиболее важные фрагменты текстов рекомендуемых источников, в том числе таблицы, рисунки, схемы и т. п.;
- краткие выводы, ориентирующие студента на определенную совокупность сведений, основных идей, ключевых положений, систему доказательств, которые необходимо усвоить;
- контрольные вопросы, предназначенные для самопроверки знаний.

Важной составляющей самостоятельной внеаудиторной подготовки студента является работа с литературой. Изучение литературы позволяет выяснить, в каком состоянии в современном мире находится рассматриваемая проблема, что сделано другими авторами в этом направлении, какие вопросы недостаточно ясно освещены, либо не рассмотрены.

Прежде чем приступить к освоению научной литературы, рекомендуется чтение учебников и учебных пособий. Наиболее эффективный метод работы с литературой – метод

кодирования, включающий комментирование новых данных, оценку их значения, постановку вопросов, сопоставление полученных сведений с ранее известными. В зависимости от вида внеаудиторной подготовки студента работа с учебной, научной и иной литературой предполагает использование разнообразных форм записей: план, тезисы, цитаты, конспект и пр.

- План представляет собой перечень основных вопросов, рассматриваемых в источнике, и позволяет наилучшим образом уяснить логику мысли автора, упрощает понимание главных моментов научного труда, быстро и глубоко проникнуть в сущность его построения и, следовательно, гораздо легче ориентироваться в его содержании.
- Выписки позволяют в концентрированной форме и с максимальной точностью воспроизвести в произвольном порядке наиболее важные мысли автора, статистические и другие сведения. В отдельных случаях допустимо заменять цитирование изложением, близким к дословному.
- Тезисам присуща значительно более высокая степень концентрации материала, в них отмечается преобладание выводов над общими рассуждениями. Тезисы записываются близко к оригинальному тексту, т. е. без использования прямого цитирования. Тезисы оказываются незаменимыми для подготовки глубокой и всесторонней аргументации письменной работы любой сложности, а также для подготовки выступлений на защите, докладов и пр.
- К написанию аннотаций прибегают в тех случаях, когда подлинная ценность и пригодность исходного источника информации исполнителю письменной работы окончательно неясна, но в то же время о нем необходимо оставить краткую запись с обобщающей характеристикой. Характерной особенностью аннотации наряду с краткостью и обобщенностью ее содержания является и то, что пишется аннотация всегда после того, как завершено ознакомление с содержанием исходного источника информации. Аннотация пишется почти исключительно своими словами и лишь в крайне редких случаях содержит в себе небольшие выдержки оригинального текста.
- Резюме весьма сходно по своей сути с аннотацией. Однако, в отличие от последней, текст резюме концентрирует в себе данные не из основного содержания исходного источника информации, а из его заключительной части, прежде всего, выводов. Как и в случае с аннотацией, резюме излагается своими словами – выдержки из оригинального текста в нем практически не встречаются.

Для работы над конспектом следует: 1) определить структуру конспектируемого материала, чему в значительной мере способствует письменное ведение плана по ходу изучения оригинального текста; 2) в соответствии со структурой конспекта произвести отбор и последующую запись наиболее существенного содержания оригинального текста - в форме цитат или в изложении, близком к оригиналу; 3) выполнить анализ записей и на его

основе – дополнение записей собственными замечаниями, соображениями (располагать все это следует на полях тетради для записей или на отдельных листах-вкладках); 4) завершить формулирование и запись выводов по каждой из частей оригинального текста, а также общих выводов.

Изучение литературы следует начинать с работ, опубликованных в последние годы и наиболее полно раскрывающих вопросы выбранной темы, а затем уже переходить к ранним изданиям. Таким образом, можно проследить характер постановки и решения определенной проблемы различными авторами, ознакомиться с аргументацией их выводов и обобщений с тем, чтобы на основе анализа, систематизирования, осмысления полученного материала выяснить современное состояние вопроса.

Внеаудиторная самостоятельная работа в рамках данной дисциплины включает в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (лекциям и лабораторным занятиям) и выполнение соответствующих заданий;
- самостоятельную работу над отдельными темами учебных дисциплин в соответствии с учебно-тематическими планами;
- подготовку к экзамену.

При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров или характеристик исследуемых линейных электрических цепей или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с эксплуатационными процедурами используемой в работе КИА, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение

авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Электромагнитное взаимодействие и его роль в физике.	ОПК-1, ОПК-2	тестирование решение задач
Тема 2. Основные свойства стационарных электрических и магнитных полей в пустоте.	ОПК-1, ОПК-2	тестирование решение задач выполнение и защита лабораторных работ
Тема 3. Электрическое и магнитное поле в средах.	ОПК-1, ОПК-2	тестирование решение задач выполнение и защита лабораторных работ
Тема 4. Электрический ток.	ОПК-1, ОПК-2	тестирование решение задач выполнение и защита лабораторных работ
Тема 5. Переменное электромагнитное поле.	ОПК-1, ОПК-2	тестирование решение задач выполнение и защита лабораторных работ
Тема 6. Энергия электромагнитного поля.	ОПК-1, ОПК-2	тестирование решение задач
Тема 7. Переменный ток. Электрические колебания.	ОПК-1, ОПК-2	тестирование решение задач выполнение и защита лабораторных работ
Тема 8. Электромагнитные волны.	ОПК-1, ОПК-2	тестирование решение задач
Тема 9. Электронные явления.	ОПК-1, ОПК-2	тестирование решение задач выполнение и защита лабораторных работ
Тема 10. Международная система единиц.	ОПК-1, ОПК-2	тестирование решение задач

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

### Примеры.

#### К теме 1.

1. Удаленные друг от друга тела

- а) могут взаимодействовать друг с другом посредством поля;
- б) не могут взаимодействовать друг с другом;
- в) действие одного тела на другое может передаваться с бесконечно большой скоростью;
- г) среди вариантов ответов а) – в) верного нет.

2. Частицы с какими электрическими зарядами притягиваются?

- 1) с одноименными;
- 2) с разноименными;
- 3) любые заряженные частицы притягиваются;
- 4) любые заряженные частицы отталкиваются.

3. Как можно уменьшить отрицательный заряд электрона наполовину?

- 1) соединить электрон с незаряженной частицей, при этом половина заряда перейдет с электрона на эту частицу;
- 2) передать электрону половину положительного заряда протона;
- 3) снять половину заряда путем электризации протона;
- 4) заряд электрона нельзя ни увеличить, ни уменьшить.

4. Под стеклянный колпак вакуумного насоса помещены два

тела, обладающие разноименными электрическими зарядами. Будут ли взаимодействовать эти тела электрическими силами, если из-под колпака полностью выкачать воздух?

- 1) будут взаимодействовать;
- 2) не будут взаимодействовать;
- 3) будут взаимодействовать с телами, находящимися вне колпака, но не будут взаимодействовать между собой;

5. Под стеклянный колпак вакуумного насоса помещено тело, обладающее электрическим зарядом. Будет ли существовать электрическое поле вокруг заряженного тела, если из-под колпака полностью выкачать воздух?

- 1) электрическое поле будет существовать и под колпаком, и вне его;
- 2) электрическое поле будет существовать под колпаком, но не будет существовать вне его;

3) не будет существовать под колпаком, а будет существовать вне его;

4) не будет существовать ни под колпаком, ни вне его.

6. Какие из названных ниже сил имеют электромагнитную природу?

1) только сила всемирного тяготения;

2) только сила упругости;

3) только сила трения;

4) силы упругости и тяготения;

5) силы упругости и трения.

К теме 2.

1. Прямоугольная рамка площадью  $S$  с током  $I$  помещена в магнитное поле с индукцией  $B$ . Чему равен максимальный момент сил, действующих на рамку?

1)  $IBS$ ;

2)  $I^2 BS$ ;

3)  $IB^2 S$ ;

4)  $I^2 B^2 S$ .

2. Заряженные шарики, находящиеся в воздухе на расстоянии  $l = 2$  м друг от друга, взаимно отталкиваются с силой  $F = 1$  Н. Общих заряд шариков  $q = 5 \cdot 10^{-5}$  Кл. Оцените абсолютные величины зарядов шариков. Абсолютную диэлектрическую проницаемость воздуха принять равной  $8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.

1)  $q_1 = 2,5 \cdot 10^{-5}$  Кл,  $q_2 = 2,5 \cdot 10^{-5}$  Кл;

2)  $q_1 = 3,8 \cdot 10^{-5}$  Кл,  $q_2 = 1,2 \cdot 10^{-5}$  Кл;

3)  $q_1 = 5 \cdot 10^{-5}$  Кл,  $q_2 = 0$  Кл;

4)  $q_1 = 1,0 \cdot 10^{-5}$  Кл,  $q_2 = 4,0 \cdot 10^{-5}$  Кл;

5) среди ответов 1 - 4 нет правильного.

3. Напряженность однородного электрического поля равна  $E$ .

Чему равен поток напряженности поля через квадрат со стороной  $d$ , плоскость которого расположена под углом  $30$  градусов к направлению электрического поля?

1)  $EEd/2$ ;

2)  $Edd$ ;

3)  $Edd/2$ ;

4)  $E/(2d)$ ;

5) среди ответов 1 - 4 нет правильного.

4. Как изменится по модулю напряженность электрического поля точечного заряда при увеличении расстояния от заряда в 4 раза?

1) уменьшится в 4 раза;

2) уменьшится в 2 раза;

3) уменьшится в 16 раз;

4) увеличится в 4 раза;

5) увеличится в 16 раз.

5. При перемещении электрического заряда  $q$  между точками с разностью потенциалов  $6\text{ В}$  силы, действующие на заряд со стороны электростатического поля, совершили работу  $Дж$ . Чему равен заряд  $q$ ?

1)  $0,5\text{ Кл}$ ;

2)  $2\text{ Кл}$ ;

3)  $18\text{ Кл}$ ;

4) по условию задачи заряд определить невозможно.

6. Напряженность электрического поля в пространстве между пластинами плоского конденсатора в вакууме равна  $40\text{ В/м}$ , расстояние между пластинами  $2\text{ см}$ . Каково напряжение между пластинами конденсатора?

1)  $2000\text{ В}$ ;

2)  $80\text{ В}$ ;

3)  $20\text{ В}$ ;

4)  $0,8\text{ В}$ ;

5)  $0,05\text{ В}$ .

7. На одной пластине конденсатора электрический заряд  $+4\text{ Кл}$ , на другой -  $4\text{ Кл}$ . Определите напряжение между пластинами конденсатора, если его емкость  $2\text{ Ф}$ .

1)  $0$ ;

2)  $0,25\text{ В}$ ;

3)  $0,5\text{ В}$ ;

4)  $2\text{ В}$ ;

5)  $4\text{ В}$ .

8. На заряд  $1\text{ Кл}$ , движущийся со скоростью  $1\text{ м/с}$ , в однородном магнитном поле действует сила  $10\text{ Н}$ . Заряд движется под углом  $30$  градусов к вектору индукции магнитного поля. Чему равен модуль этого вектора?

1) 40 Тл;

2) 10 Тл;

3) 20 Тл;

4) 1 Тл;

5) среди ответов 1 - 4 нет правильного.

9. Прямолинейный проводник длиной 0,5 м находится в однородном магнитном поле с индукцией 2 Тл. Проводник расположен под углом 30 градусов к вектору  $B$  индукции магнитного поля. Чему равна сила Ампера, действующая на проводник со стороны магнитного поля, при силе тока в проводнике 4 А?

1) 4 Н;

2) 2 Н;

3) 8 Н;

4)  $2 \cdot 3^{1/2}$  Н;

5)  $8/3^{1/2}$  Н;

6) 0.

10. Ток идет по проводнику в форме полой цилиндрической трубы. Вычислить магнитное поле внутри и вне трубы. (Магнитная проницаемость материала трубы  $\mu = 1$ ).

11. Тонкое проволочное кольцо радиуса  $R$  имеет заряд  $q$ . Кольцо расположено параллельно безграничной проводящей плоскости на расстоянии  $h$  от последней. Найти:

а) поверхностную плотность заряда в точке плоскости, расположенной симметрично относительно кольца;

б) напряженность и потенциал электрического поля в центре кольца.

К теме 3.

1. Заряженный шар вследствие явления электростатической индукции притягивает незаряженное тело. Как изменится сила притяжения, действующая на тело, если заряженный шар окружить незаряженной металлической сферой?

1) не изменится;

2) станет равной нулю;

3) несколько уменьшится;

4) несколько увеличится.

2. Диэлектрик пробивается при напряженности электрического поля  $E = 1800$  В/мм. Два плоских конденсатора с емкостями  $C_1 = 600$  пФ и  $C_2 = 1500$  пФ и изолирующим слоем из этого диэлектрика толщиной  $d = 2$  мм (в каждом конденсаторе) соединены последовательно. При каком наименьшем значении напряжения будет пробита эта система?

- 1) 12600 В;
- 2) 2520 В;
- 3) 5040 В;
- 4) 6300 В;
- 5) среди ответов 1 - 4 нет правильного.

3. Угольный стержень соединен последовательно с железным стержнем такой же толщины. При каком соотношении их длин  $l/l'$  сопротивление данной комбинации не зависит от температуры? Температурные коэффициенты сопротивления угля и железа соответственно:  $\alpha = -0,8 \cdot 10^{-3} \text{ (1/K)}$  и  $\alpha' = 6 \cdot 10^{-3} \text{ (1/K)}$ . Удельные сопротивления угля и железа при температуре  $t = 0$  градусов Цельсия, соответственно:  $\rho = 4 \cdot 10^{-5} \text{ Ом м}$  и  $\rho' = 1,2 \cdot 10^{-7} \text{ Ом м}$ .

- 1)  $l/l' = 1/22$ ;
- 2)  $l/l' = 5/1$ ;
- 3)  $l/l' = 1/11$ ;
- 4)  $l/l' = 1/1$ ;
- 5)  $l/l' = 1/44$ .

К теме 4.

1. Каким сопротивлением должен обладать шунт для подключения к амперметру с внутренним сопротивлением 1 Ом, если требуется расширить пределы измерения в 10 раз?

- 1) 1/10 Ом;
- 2) 1/9 Ом;
- 3) 9 Ом;
- 4) 10 Ом;
- 5) 110 Ом;
- 6) 1/11 Ом.

2. Две электрические лампочки включены в сеть параллельно. Сопротивление первой лампочки  $R_1 = 360 \text{ Ом}$ , второй –  $R_2 = 240 \text{ Ом}$ . Какая из лампочек поглощает большую мощность и во сколько раз?

- 1) в 2,25 раза большую мощность поглощает лампочка с большим сопротивлением;
- 2) в 1,5 раза большую мощность поглощает лампочка с большим сопротивлением;
- 3) лампочки поглощают одинаковую мощность;
- 4) в 1,5 раза большую мощность поглощает лампочка с меньшим сопротивлением;

5) в 2,25 раза большую мощность поглощает лампочка с меньшим сопротивлением.

3. Утюг рассчитан на некоторую мощность при напряжении 220 В. Как надо изменить включение нагревательной спирали, чтобы утюг нормально эксплуатировался при напряжении 110 В?

1) нагревательную спираль разделить на две одинаковые части - секции, включить только одну из двух секций, а вторую не использовать;

2) нагревательную спираль разделить на четыре одинаковые части - секции, которые соединить между собой параллельно;

3) нагревательную спираль разделить на две одинаковые части - секции, которые соединить между собой последовательно;

4) нагревательную спираль разделить на две одинаковые части - секции, которые соединить между собой параллельно;

5) никак нельзя изменить включение нагревательной спирали,

чтобы утюг нормально эксплуатировался при напряжении 110 В.

4. Три конденсатора (с емкостью 2 мкФ у каждого) соединены последовательно. Найти емкость системы конденсаторов.

1)  $2/3$  мкФ;

2)  $4/3$  мкФ;

3)  $3/4$  мкФ;

4) 3 мкФ;

5) 6 мкФ.

5. Необходимо измерить силу тока в резисторе и напряжение на нем. Как следует включить по отношению к резистору

амперметр и вольтметр?

1) амперметр и вольтметр последовательно;

2) амперметр и вольтметр параллельно;

3) амперметр последовательно, вольтметр параллельно;

4) амперметр параллельно, вольтметр последовательно.

6. Необходимо измерить силу тока в резисторе и напряжение на нем. Как следует включить по отношению к резистору

амперметр и вольтметр?

1) амперметр и вольтметр последовательно;

2) амперметр и вольтметр параллельно;

3) амперметр последовательно, вольтметр параллельно;

4) амперметр параллельно, вольтметр последовательно.

К теме 5.

1. Дайте определение тока смещения.
2. Сформулируйте закон электромагнитной индукции.
3. Существуют ли магнитные заряды в природе?
4. Что понимается под скин-эффектом?
5. В чем состоит явление самоиндукции?
6. В чем состоит явление взаимной индукции?
7. Что характеризует направление и величина вектора Умова-Пойнтинга?
8. С какой скоростью распространяется электромагнитное поле в свободном пространстве?
9. Что понимается под групповой скоростью?
10. Может ли групповая скорость быть больше скорости света?

К теме 6.

1. Заряженный и отключенный от источника электрического тока воздушный конденсатор обладает энергией  $W$  электрического поля. Чему станет равной энергия конденсатора, если пространство между его обкладками заполнить диэлектриком с диэлектрической проницаемостью,

равной 4?

- 1)  $1/4 W$ ;
- 2)  $1/2 W$ ;
- 3)  $W$ ;
- 4)  $2 W$ ;
- 5)  $4 W$ .

2. Два одинаковых шара, заряженных разными по модулю зарядами  $q_1$  и  $q_2$  одного знака, расположены на расстоянии  $r$  друг от друга. Как изменится полная энергия электростатического взаимодействия зарядов после кратковременного соединения шаров проводником с сопротивлением  $R$ ?

- 1) не изменится;
- 2) увеличится;
- 3) уменьшится;
- 4) ответ неоднозначен.

3. Чему равна энергия электрического поля в конденсаторе емкостью  $100 \text{ мкФ}$ , если напряжение между его обкладками  $4 \text{ В}$ ?

- 1)  $0,0008 \text{ Дж}$ ;

- 2) 0,0004 Дж;
- 3) 0,0002 Дж;
- 4) 800 Дж;
- 5) 400 Дж;
- 6) 200 Дж.

К теме 7.

1. Какой элемент приемника преобразует модулированные колебания электрического тока высокой частоты в импульсы тока одного направления?

- 1) антенна;
- 2) колебательный контур;
- 3) конденсатор;
- 4) детектор;
- 5) телефон.

2. Концы цепи, состоящей из последовательно включенных конденсатора и активного сопротивления  $R = 110 \text{ Ом}$ , подсоединили к переменному напряжению с амплитудой  $U_m = 110 \text{ В}$ . При этом амплитуда установившегося тока в цепи  $I_m = 0,50 \text{ А}$ . Найти разность фаз между током и подаваемым напряжением.

3. Переменное напряжение с частотой  $\omega = 314 \text{ с}^{-1}$  и амплитудой  $U_m = 180 \text{ В}$  подключено к концам цепи, состоящей из последовательно соединенных конденсатора и катушки с активным сопротивлением  $R = 40 \text{ Ом}$  и индуктивностью  $L = 0,36 \text{ Гн}$ . При каком значении емкости конденсатора амплитуда напряжения на катушке будет максимальной? Чему равна эта амплитуда и соответствующая амплитуда напряжения на конденсаторе?

К теме 8.

1. Электромагнитная волна с частотой  $\nu = 3,0 \text{ МГц}$  переходит из вакуума в немагнитную среду с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon = 4,0$ . Найти приращение ее длины волны.

2. Плоская электромагнитная волна с частотой  $\nu = 10 \text{ МГц}$  распространяется в слабо проводящей среде с удельной проводимостью  $\sigma = 10 \text{ мСм/м}$  и диэлектрической проницаемостью  $\epsilon = 9$ . Найти отношение амплитуд плотностей токов проводимости и смещения.

3. В чем состоит принцип радиосвязи?

4. Какие электромагнитные волны называются стоячими?

5. Какое влияние оказывают проводники на распространение электромагнитных волн?

6. Перечислите основные режимы работы двухпроводной линии передачи

7. Что понимается под волновым сопротивлением среды?
8. Являются свободные электромагнитные волны продольными или поперечными?
9. Что понимается под интерференцией электромагнитных волн?
10. Приведите примеры дифракции электромагнитных волн.
11. Что понимается под дисперсией электромагнитных волн в среде?

К теме 9.

1. В каком из названных ниже приборов регистрация быстрых заряженных частиц осуществляется в результате возникновения электрического разряда в трубке, заполненной смесью газов, при прохождении ионизирующей частицы через трубку?

- 1) в ионизационной камере;
- 2) в камере Вильсона;
- 3) в счетчике Гейгера;
- 4) в пузырьковой камере.

2. При электролизе воды через ванну прошел электрический заряд  $q$ . Какова температура  $T$  выделившегося кислорода, если он находится в объеме  $V$  под давлением  $P$ ? Электрохимический эквивалент кислорода  $k$ , молекулярный вес кислорода  $M$ , универсальная газовая постоянная  $R$ .

- 1)  $T = kqM/(PVR)$ ;
- 2)  $T = PVM/(2kqR)$ ;
- 3)  $T = PVM/(kqR)$ ;
- 4)  $T = 2PVR/(kqM)$ ;
- 5) среди ответов 1 - 4 нет правильного.

3. С какой скоростью достигают анода электронной лампы электроны, испускаемые катодом, если напряжение между катодом и анодом равно 200 В? Начальной скоростью электронов можно пренебречь.

- 1)  $6,0 \cdot 10^6$  м/с;
- 2)  $4,1 \cdot 10^4$  м/с;
- 3)  $8,4 \cdot 10^6$  м/с;
- 4)  $2,8 \cdot 10^8$  м/с;
- 5) среди ответов 1 - 4 нет правильного.

4. Упорядоченным движением каких частиц создается электрический ток в металлах?

- 1) положительных ионов;
- 2) отрицательных ионов;

3) электронов;

4) положительных и отрицательных ионов и электронов;

5. Угольный стержень соединен последовательно с железным такой же толщины. При каком соотношении их длин  $l/l'$  сопротивление данной комбинации не зависит от температуры? Температурные коэффициенты сопротивления угля и железа соответственно:  $\alpha = -0,8 \cdot 10^{-3} \text{ (1/K)}$  и  $\alpha' = 6 \cdot 10^{-3} \text{ (1/K)}$ . Удельные сопротивления угля и железа при температуре  $t = 0$  градусов Цельсия, соответственно:  $\rho = 4 \cdot 10^{-5} \text{ Ом м}$  и  $\rho' = 1,2 \cdot 10^{-7} \text{ Ом м}$ .

1)  $l/l' = 1/22$ ;

2)  $l/l' = 5/1$ ;

3)  $l/l' = 1/11$ ;

4)  $l/l' = 1/1$ ;

5)  $l/l' = 1/44$ .

6. С какой целью из стеклянного баллона лампы накаливания откачивают воздух?

1) для того, чтобы спираль не перегорала в результате взаимодействия вольфрама с азотом;

2) для того, чтобы предотвратить испарение вольфрамовой нити;

3) для того, чтобы спираль не перегорала в результате взаимодействия вольфрама с кислородом;

4) для того, чтобы воздух не мешал выходу света из баллона;

5) среди ответов 1 - 4 нет правильного.

7. Сопротивление проводника длиной 100 м с площадью поперечного сечения  $1 \text{ см}^2$  равно 2 Ом. Каково удельное сопротивление материала проводника?

1)  $2\,000\,000 \text{ Ом м}$ ;

2)  $20\,000 \text{ Ом м}$ ;

3)  $200 \text{ Ом м}$ ;

4)  $2 \text{ Ом м}$ ;

5)  $0,02 \text{ Ом м}$ ;

6)  $0,0002 \text{ Ом м}$ ;

7)  $0,000002 \text{ Ом м}$ .

8. Какие действия электрического тока всегда сопровождают его прохождение через любые среды?

- 1) тепловое;
- 2) химическое;
- 3) магнитное;
- 4) тепловое и магнитное;
- 5) тепловое, химическое и магнитное.

9. Какие действия электрического тока наблюдаются при пропускании его через раствор электролита?

- 1) тепловое, химическое и магнитное действия;
- 2) химическое и магнитное действия;
- 3) тепловое и магнитное действия;
- 4) тепловое и химическое действия;
- 5) только магнитное действие.

10. Каким типом проводимости обладают полупроводниковые материалы без примесей?

- 1) в основном электронной;
- 2) в основном дырочной;
- 3) в равной мере электронной и дырочной;
- 4) ионной;
- 5) не проводят электрический ток.

11. Каким типом проводимости обладают полупроводниковые материалы с донорными примесями?

- 1) в основном электронной;
- 2) в основном дырочной;
- 3) в равной мере электронной и дырочной;
- 4) ионной;
- 5) такие материалы не проводят электрический ток.

12. Каким типом проводимости обладают полупроводниковые материалы с акцепторными примесями?

- 1) в основном электронной;
- 2) в основном дырочной;
- 3) в равной мере электронной и дырочной;
- 4) ионной;

5) такие материалы не проводят электрический ток.

13. В одном случае в германий добавили пятивалентный фосфор, в другом - трехвалентный галлий. Каким типом проводимости в основном обладал полупроводник в каждом случае?

1) в первом дырочной, во втором электронной;

2) в первом электронной, во втором дырочной;

3) в обоих случаях электронной;

4) в обоих случаях дырочной;

5) в обоих случаях электронно-дырочной.

14. В одном случае в германий добавили трехвалентный индий, в другом - пятивалентный бор. Каким типом проводимости в основном обладал полупроводник в каждом случае?

1) в первом дырочной, во втором электронной;

2) в первом электронной, во втором дырочной;

3) в обоих случаях электронной;

4) в обоих случаях дырочной;

5) в обоих случаях электронно-дырочной.

15. Как изменится масса вещества, выделившегося на катоде при прохождении электрического тока через раствор электролита, если сила тока увеличится в 2 раза, а время его прохождения уменьшится в 2 раза?

1) увеличится в 2 раза;

2) увеличится в 4 раза;

3) не изменится;

4) уменьшится в 2 раза;

5) уменьшится в 4 раза.

16. В процессе электролиза положительные ионы перенесли на катод за 2 с положительный заряд 4 Кл, отрицательные ионы перенесли на анод такой же по модулю отрицательный заряд. Какова сила тока в цепи?

1) 0;

2) 2 А;

3) 4 А;

4) 8 А;

5) 16 А.

17. Какими носителями электрического заряда создается электрический ток в полупроводниках?

- 1) электронами и положительными ионами;
- 2) положительными и отрицательными ионами;
- 3) электронами и дырками;
- 4) положительными и отрицательными ионами, электронами;
- 5) только электронами.

18. Какой минимальный по абсолютному значению заряд может быть перенесен электрическим током через электролит?

- 1) равный  $e$ , где  $e$  - элементарный заряд ( $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл);
- 2) равный  $2e$ ;
- 3) любой сколь угодно малый;
- 4) минимальный заряд зависит от времени пропускания тока;
- 5) 1 Кл.

К теме 10.

1. Назовите основные единицы измерения физических величин в системе СИ.
2. Дайте определение силы тока в 1 А?
3. Каким образом определяется единица измерения электрического заряда в гауссовской системе единиц?
4. Как выражается скорость света через магнитную и диэлектрическую проницаемость вакуума?

**Задачи**

### **Примеры.**

1. Два заряженных шарика, подвешенных на нитях одинаковой длины, опускаются в керосин. Какова должна быть плотность материала шариков, чтобы угол расхождения нитей в воздухе и в керосине был один и тот же?
2. Два электрона в начальный момент времени находились на расстоянии 1 см друг от друга и начали двигаться под действием сил электростатического отталкивания. Какую скорость они будут иметь, когда расстояние между ними станет бесконечно большим? Какую скорость приобрели бы электроны, если бы их было три?
3. Два заряда распределены с одинаковой линейной плотностью  $\lambda$  на длине  $L$  параллельно и находятся на расстоянии  $D$  друг от друга. Найти силу взаимодействия между ними.
4. Электрон движется в вакууме в поле напряженностью 10 В/см, направленном вертикально вниз. Скорость электрона в нижней точке его траектории равна  $2 \cdot 10^8$  см/с. а) Каков радиус кривизны траектории в этой точке? б) Где вблизи электрона напряженность поля равна нулю?
5. Круглая пластинка радиусом  $R$  равномерно заряжена электричеством с плотностью заряда  $\sigma$ . Определить напряженность поля в точке, лежащей на расстоянии  $h$  от пластинки на перпендикуляре к плоскости пластинки, проходящем через ее геометрический центр.

6. Сфера радиуса  $R$  заряжена с поверхностной плотностью  $s = a \cdot R$ , где  $a$  - постоянный вектор,  $R$  - радиус-вектор точки сферы относительно ее центра. Найти вектор напряженности электрического поля в центре сферы.
7. Вычислить магнитное поле на оси круглого витка радиусом  $R$ , обтекаемого током  $I$ , как функцию расстояния  $h$  от центра витка.
8. Вычислить магнитное поле в центре плоского прямоугольного контура со сторонами  $a$  и  $b$ , обтекаемого током  $I$ .
9. Заряженный диск радиусом  $R$  вращается с угловой скоростью  $\omega$  вокруг оси перпендикулярной поверхности диска и проходящей через его центр. Найти индукцию магнитного поля на оси вращения диска на расстоянии  $h$  от его плоскости. Поверхностная плотность заряда равна  $s$ .
10. Кольцо радиусом  $R$  из тонкой проволоки равномерно заряжено зарядом  $q$ . Вычислить потенциал точки, лежащей на перпендикуляре к плоскости кольца, проведенном через его центр, как функцию расстояния  $h$  точки от плоскости кольца. Найти напряженность как градиент потенциала и исследовать ее зависимость от  $h$ .
11. Ток идет по проводнику в форме полой цилиндрической трубы. Вычислить магнитное поле внутри и вне трубы. (Магнитная проницаемость материала трубы  $\mu = 1$ ).
12. В равномерно заряженной сфере вырезано малое отверстие. Какова напряженность поля в центре отверстия?
13. Молекула воды и ион водорода находятся на расстоянии  $3 \cdot 10^{-7}$  м. Определить наибольшее и наименьшее значения силы взаимодействия молекулы с ионом и вращающего момента, действующего на молекулу и на систему молекулы - ион. (Дипольный момент молекулы воды  $6,2 \cdot 10^{-30}$  Кл  $\cdot$  м).
14. Намагниченная спица подвешена на нити в горизонтальном положении и колеблется под действием земного магнитного поля. Крутильный момент нити ничтожно мал. Как изменится период колебания, если спицу разломать пополам и подвесить половинку?
15. На расстоянии  $h$  от проводящей бесконечной плоскости находится точечный заряд  $+q$ . Определить напряженность поля в точке, отстоящей от плоскости и от заряда на расстоянии  $h$ .
16. Тонкое проволочное кольцо радиуса  $R$  имеет заряд  $q$ . Кольцо расположено параллельно безграничной проводящей плоскости на расстоянии  $h$  от последней. Найти: а) поверхностную плотность заряда в точке плоскости, расположенной симметрично относительно кольца; б) напряженность и потенциал электрического поля в центре кольца.
17. Тонкая бесконечно длинная нить имеет заряд  $\lambda$  на единицу длины и расположена параллельно безграничной проводящей плоскости. Расстояние между нитью и плоскостью равно  $h$ . Найти: а) силу, действующую на единицу длины нити; б) распределение поверхностной плотности заряда  $s(x)$  на плоскости, где  $x$  - расстояние от плоскости, перпендикулярной к проводящей плоскости и проходящей через нить.
18. Вычислить напряженность электрического поля внутри и вне безграничного плоского слоя толщиной  $d$ , в котором равномерно распределен положительный заряд с объемной плотностью  $\rho$ . Слой представляет собой диэлектрик с проницаемостью  $\epsilon$ .
19. Ток  $I$  протекает по прямому проводу диаметром  $2R$ , изготовленному из

ферромагнитного материала с проницаемостью  $\mu$ . Найти зависимость магнитного поля от расстояния  $r$  до оси провода.

20. Угольный стержень соединен последовательно с железным такой же толщины. При каком соотношении их длин сопротивление такой комбинации не зависит от температуры?

21. По сети длиной 5 км необходимо передать энергию от источника с напряжением 220В, имеющего мощность 5кВт. Какого минимального диаметра должен быть медный провод, чтобы потери энергии в сети не превышали 10% от мощности источника? Удельное сопротивление меди  $1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом · м.

22. В атмосфере Земли каждую секунду происходит около ста разрядов молний. Средние параметры молнии: продолжительность 1мс, разность потенциалов  $10^9$ В, сила тока 20кА. Вычислить годовой расход энергии во всех молниях земного шара. Сравнить полученный результат с годичной мировой выработкой электроэнергии (около  $5 \cdot 10^{12}$  кВт · ч).

23. В результате слияния  $n$  одинаковых заряженных капелек ртути образовалась одна большая капля. Во сколько раз изменились потенциал и поверхностная плотность заряда?

24. Заряд  $q$  равномерно распределен по объему шара радиусом  $R$ . Принимая диэлектрическую проницаемость вещества шара равной  $\epsilon$ , а окружающей среды - единице, определить: энергию электрического поля а) внутри шара; б) вне шара; в) во всем пространстве; г) изменение энергии при делении заряженного шара на два равных заряженных шара.

25. В чем состоит различие в явлениях в следующих случаях: а) емкость конденсатора уменьшают (раздвиганием пластин или выдвиганием диэлектрика) при сохранении величины заряда (т.е. отключив от источника тока); б) емкость уменьшают при сохранении напряжения (т.е. не отсоединяя от источника)?

26. Медный диск радиуса 10 см вращается в однородном магнитном поле, делая 100 оборотов в секунду. Магнитное поле направлено перпендикулярно к плоскости диска и имеет напряженность  $10^5$  А/м. Две щетки, одна на оси диска, другая на окружности, соединяют диск с внешней цепью, в которую включены реостат с сопротивлением 10 Ом и амперметр с сопротивлением 5 Ом. Что показывает амперметр?

27. В постоянном магнитном поле, индукция которого  $B$ , поворачивают кольцо радиуса  $R$ , сопротивлением которого можно пренебречь. В начальный момент плоскость кольца параллельна направлению магнитного поля и ток в кольце равен нулю. Определить работу  $A$ , которую необходимо затратить, чтобы повернуть кольцо так, чтобы его плоскость стала перпендикулярной полю.

28. Плоский конденсатор с диэлектриком в виде парафинированной бумаги ( $\epsilon = 2$ ) через  $t = 10$  мин. сохранил заряд  $q$ , равный 0,9 первоначального заряда  $q_0$ . Предполагая, что утечка произошла только через парафинированную бумагу, вычислить ее удельное сопротивление.

### **Перечень тем лабораторных занятий**

#### **Примеры.**

#### **Лабораторная работа №1**

Моделирование электростатических полей.

#### **Лабораторная работа №2**

*Влияние внутреннего сопротивления измерительных приборов на результаты измерений.*

***Лабораторная работа №3***

*Исследование термоэлектрогенератора.*

***Лабораторная работа № 4***

*Гистерезис в ферромагнетиках*

***Лабораторная работа № 6***

*Тензодатчики*

***Лабораторная работа № 8***

*Биполярный транзистор*

***Лабораторная работа № 17***

*Резонанс в электрическом колебательном контуре.*

***Лабораторная работа №12***

*Баллистический метод измерения магнитного поля.*

**8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**

*Примерный перечень вопросов к экзамену:*

- 1. Электризация тел. Электрические заряды, их свойства и взаимодействие посредством электростатического поля.*
- 2. Модель электростатики и пределы ее применимости. Дискретная и непрерывная модели распределения электрического заряда.*
- 3. Закон Кулона и пределы его применимости. Системы единиц измерения. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции для электрического поля.*
- 4. Работа по переносу заряда в электрическом поле. Потенциал, Разность потенциалов. Связь потенциала с напряженностью электрического поля.*
- 5. Энергия электрического взаимодействия системы зарядов. Потенциальная энергия системы зарядов в электрическом поле.*
- 6. Электрический диполь и его электрическое поле. Поведение диполя во внешнем электрическом поле.*
- 7. Теорема Гаусса для электрического поля и ее применение для расчета электрических полей.*
- 8. Основная задача электростатики. Уравнения Пуассона и Лапласа. Теорема Ирншоу.*
- 9. Проводники в электрическом поле. Нарушение равновесия зарядов - электрический ток и его характеристики (сила и плотность тока, линии тока).*
- 10. Закон сохранения электрического заряда. Уравнение непрерывности.*

11. Закон Ома для однородного участка цепи. Сопротивление и проводимость проводников.
12. Условия равновесия зарядов на проводнике. Электрическая индукция. Электростатическое экранирование. Электрическое поле вблизи поверхности проводника.
13. Влияние диэлектрика на электрическое поле. Поляризация диэлектрика, ее механизмы. Объемные и поверхностные связанные заряды. Поляризованность диэлектрика.
14. Электрическое поле в диэлектрике. Связь электрической индукции с напряженностью поля и поляризованностью диэлектрика.
15. Условия на границе раздела двух диэлектриков.
16. Силы, действующие на диэлектрик в электрическом поле и на сторонние заряды в диэлектрике.
17. Элементарная теория поляризации полярных и неполярных диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость вещества.
18. Пьезоэлектрический эффект и его применения. Сегнетоэлектрики и их свойства.
19. Энергия заряженного проводника и конденсатора. Емкость. Энергия и плотность энергии электрического поля.
20. Источники тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Падение напряжения.
21. Закон Ома для неоднородного участка цепи и для замкнутой цепи. Правила Кирхгофа.
22. Мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.
23. Магнитные явления. Магнитное поле. Магнитная индукция.
24. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле линейного тока, контура с током и объемного тока. Магнитное поле движущегося заряда.
25. Вихревой характер магнитного поля. Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитного поля.
26. Формула полного тока и ее применение для расчета магнитного поля тороида и соленоида.
27. Опыты Ампера. Закон Ампера. Контур с током в магнитном поле. Объемная плотность магнитной силы.
28. Магнитное взаимодействие двух параллельных проводов с током. Определение единицы измерения силы тока – Ампера.
29. Действие магнитного поля на движущиеся заряды. Сила Лоренца.
30. Механическая работа в магнитном поле.
31. Магнитный диполь. Сила и момент силы, действующие на диполь в магнитном поле. Магнитное поле контура с током и магнитного диполя.
32. Относительность магнитного поля. Опыты Роуланда и Эйхенвальда.

33. *Намагничение магнетиков. Напряженность магнитного поля и ее связь с индукцией магнитного поля и намагниченностью магнетика.*
34. *Условия на границе раздела двух магнетиков.*
35. *Магнитомеханические явления. Орбитальный и спиновый моменты электрона. Гиромагнитное отношение. Опыты Эйнштейна и де Гааза. Опыты Барнетта. Магнитный момент ядра и атома в целом. Опыты Штерна и Герлаха. Квантование магнитных моментов атомов.*
36. *Виды магнетиков. Объяснение природы диамагнетизма и парамагнетизма вещества. Закон Кюри. Парамагнитный резонанс.*
37. *Объяснение природы ферромагнетизма вещества. Элементарная теория ферромагнетизма. Закон Кюри-Вейсса.*
38. *Свойства ферромагнетиков: кривая намагничивания и петля гистерезиса. Кривая магнитной проницаемости. Работа перемещения ферромагнетика.*
39. *Классификация ферромагнитных материалов. Антиферромагнетизм. Ферримагнетизм. Ферромагнитный резонанс.*
40. *Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Токи Фуко.*
41. *Явление самоиндукции. Коэффициент самоиндукции. Квазистационарные электрические токи. Установление и исчезновение электрического тока в цепи.*
42. *Явление взаимной индукции. Взаимная индуктивность. Трансформатор.*
43. *Собственная энергия тока и энергия магнитной связи двух токов. Энергия и плотность энергии магнитного поля.*
44. *Техническое применение магнитного потока: магнитные цепи, электрические генераторы и двигатели.*
45. *Цепи гармонического электрического тока. Закон Ома и правила Кирхгофа для переменного тока. Метод векторных диаграмм. Метод комплексных амплитуд.*
46. *Работа и мощность переменного тока. Действующие значения переменного тока и напряжения. Коэффициент мощности. Согласование источника тока с нагрузкой.*
47. *Резонансы в цепи переменного электрического тока – резонанс напряжений и резонанс токов. Резонансная кривая. Добротность колебательной системы.*
48. *Собственные электрические колебания. Частота собственных колебаний. Декремент затухания колебаний и его связь с добротностью.*
49. *Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Полный ток и его непрерывность. Скин-эффект.*
50. *Электромагнитная теория Максвелла. Относительность электрического и магнитного поля. Уравнения Максвелла. Материальные уравнения связи поля со средой.*

51. Свободные электромагнитные волны: механизм распространения и свойства. Волновое уравнение и его решение. Стоячие волны. Вектор Пойнтинга. Давление электромагнитных волн.

52. Шкала электромагнитных волн, их экспериментальное исследование: опыты Герца, Лебедева, Попова. Принципы радиосвязи и локации. Излучение и поглощение электромагнитных волн.

53. Линии передачи для переменного тока. Двухпроводная линия. Телеграфные уравнения и их решение. Режимы работы и резонансные свойства двухпроводной линии.

54. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Определение заряда и массы электрона и ионов. Масс-спектрографы. Ускорители заряженных частиц.

55. Классическая теория электропроводности металлов. Объяснение законов Ома и Джоуля-Ленца. Сверхпроводимость.

56. Электрический ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный разряд в газе. Их основные виды. Ионизационные камеры и счетчики.

57. Электропроводность жидкостей. Диссоциация. Электролиты. Законы электролиза и его применение.

58. Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Ламповый диод и триод, их применения. Закон трех вторых.

59. Электропроводность полупроводников. Элементы зонной теории полупроводников. Собственная и примесная проводимость полупроводников.

60. Электрические явления на контактах. Контактная разность потенциалов. Термоэлектричество и его применения. Электронно-дырочные переходы в полупроводниках. Полупроводниковые диоды и триоды, их применения.

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких	Включает нижестоящий уровень. Способность собирать,	хорошо		71-85

	контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **Основная литература**

1. Александрова, Н. В. Физика. Электричество и магнетизм : методические рекомендации / Н. В. Александрова, В. А. Кузьмичева. - Москва : МГАВТ, 2017. - 68 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/945361>
2. Дубровский, В. Г. Электричество и магнетизм. Сборник задач и примеры их решения/Дубровский В.Г., Харламов Г.В. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 92 с.: ISBN 978-5-7782-1600-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/546026>

### **Дополнительная литература**

1. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике: Учеб. пособие для студ. вузов/ И. Е. Иродов. - 4-е изд., испр.. - М.; СПб.: Физматлит, 2001. - 431 с. (всего 70: УБ(68), ч.з.N3(2))
2. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике: учеб. пособие для вузов/ И. Е. Иродов. - 3-е изд., испр.. - СПб.: Лань, 2001. - 416 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). (УБ(55))
3. Савельев, И.В. Савельев, И.В. Курс общей физики: в 3 т.: учеб. пособие для вузов/ И. В. Савельев. - 2-е изд., перераб.. - Москва: Наука, 1987 - Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. - 3-е изд., испр. - 1987. - 1982. - 1988. - 496 с (94). (УБ(94))

## **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН

- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

*1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации*

*Перечень основного оборудования:*

*Маркерная доска.*

*Монитор Toshiba 86U380MEE/EC (86 дюймов 4К); персональный компьютер с параметрами - Intel Core I3-3220, 3.3 GHz, 4Gb RAM, 1 Tb HDD, 21,5", keyboard, Mouse, LAN, Internet access.*

*Перечень используемого программного обеспечения:*

*Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2010*

*2. Лаборатория электричества и магнетизма*

*Перечень основного оборудования:*

*Лабораторная установка "Изучение электростатического поля"*

*Лабораторная установка "Исследование магнитного поля в катушках Гельмгольца"*

*Лабораторная установка "Исследование резонанса в цепи переменного тока"*

*Лабораторная установка "Изучение затухающих колебаний в колебательном контуре"*

*Лабораторная установка "Исследование магнитного поля Земли"*

*Лабораторная установка «Изучение свойств сегнетоэлектриков» ФПЭ-02м*

*Лабораторная установка «Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона» ФПЭ-03м*

*Лабораторная установка «Изучение магнитного поля соленоида переменной длины с помощью датчика Холла» ФПЭ-04м*

*Лабораторная установка «Изучение явления взаимоиндукций» ФПЭ-05м*

*Лабораторная установка «Ток в вакууме» ФПЭ-06м*

*Лабораторная установка «Изучение Гистерезиса ферромагнитных материалов» ФПЭ-07м*

*Лабораторная установка «Изучение процессов заряда и разряда конденсатора» ФПЭ-08м*

*Лабораторная установка «Изучение связанных контуров» ФПЭ-13м*

*Лабораторная установка "Эффект Холла и его использование для измерения магнитных полей"*

*Персональный компьютер с параметрами - Intel Core I3-3220, 3.3 GHz, 4Gb RAM, 1 Tb HDD, 21,5", keyboard, Mouse, LAN, Internet access*

*Перечень используемого программного обеспечения:*

*Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2010*

*3. Учебная лаборатория для самостоятельной работы, для работы над курсовыми и дипломными проектами*

*Перечень основного оборудования:*

*Маркерная доска*

*Рабочая станция Fujitsu CELSIUS W520 Intel Xeon CPU E3-1225 V2 3.2 GHz /8Gb DDR 500Gb HDD/KB+Mouse и Монитор 24" Dell U2412Mb – 6 шт.*

*LAN, Internet access*

*Перечень используемого программного обеспечения:*

*Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2010*

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## 1. Наименование дисциплины: «Атомная и ядерная физика».

**Цель дисциплины «Атомная и ядерная физика»** является формирование у студентов физической картины мира, взаимосвязи микроявлений с макроявлениями, знаний основных понятий, законов и моделей атомной и ядерной физики. При этом решается задача формирования современного физического мышления на основе научного понятийного аппарата, математического обоснования результатов, численного и аналитического моделирования физических явлений. Студенты должны получить представление о том, что атомные взаимодействия являются одним из важнейших проявлений универсальности законов квантовой физики, позволяющих проектировать свойства материалов и разнообразных физико-технических устройств на уровне атомного строения вещества.

**Задачами** изучения дисциплин по модулю являются достижение понимания студентами взаимосвязи между физическими закономерностями, изучаемых в различных разделах теоретической и прикладной физики, с атомарным строением вещества и электронными процессами.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен использовать знания в области физики, математики и инженерии для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Демонстрирует знания законов физики и математического аппарата. ОПК-1.2. Решает физические и инженерные задачи, используя математический аппарат. ОПК-1.3. Решает задачи профессиональной деятельности через решение фундаментальных физических и инженерных задач.	<b>Знать:</b> <b>систему понятий и представлений о различных типах и свойствах атомных систем; методы теоретического описания и оценки физических характеристик материалов на основе атомистики.</b> <b>Уметь:</b> <b>пользовать знания атомной и ядерной физике при решении профессиональных и педагогических задач; объяснять явления окружающего мира на основе знаний атомистики вещества.</b> <b>Владеть:</b> <b>Базовыми методами анализа на основе законов физики атома и атомных явлений.</b>
ОПК-2. Способен проводить теоретические и	ОПК-2.1. Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на	<b>Знать:</b> Современные методы и подходы в инженерии, применимые для проектирования решений научно-

экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.	основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из области физико-математических наук и инженерии. ОПК-2.2. Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии. ОПК-2.3. Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.	исследовательских задач в области атомной физики <b>Уметь:</b> проводить поиск и анализ научно-технической информации для выявления актуальных исследовательских проблем в области атомной физики <b>Владеть:</b> Способностью интегрировать знания из атомной физики для решения практических задач в различных сферах деятельности
--	--	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Атомная и ядерная физика» представляет собой дисциплину *обязательной* части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме

трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Корпускулярные свойства света.	Постоянная Планка. Энергия, импульс, масса фотона. Внешний и внутренний фотоэффект. Эффект Доплера. Давление света. Поляризация фотонов. Интерференция фотонов.
2	Тема 2. Энергетические уровни и спектры атомов. Теория Бора.	Ядерная модель атома. Спектральные закономерности. Постулаты Бора. Экспериментальные подтверждения постулатов Бора. Круговые стационарные орбиты. Энергетическая диаграмма атома водорода. Изотопический эффект.
3	Тема 3 Корпускулярно-волновой дуализм материи.	Дуализм частиц вещества. Волна де Бройля. Опыты по дифракции микрочастиц. Волновая функция микрочастицы. Принцип суперпозиции. Статистическая интерпретация волновой функции. Расплывание пакета из волн де-Бройля. Принцип неопределенностей. Примеры использования для оценки физических характеристик атома.
4	Тема 4 Уравнение Шредингера.	Принцип микропричинности. Динамическое уравнение Шредингера. Волновая функция стационарного состояния. Стандартные граничные условия. Свободная частица, гармонический осциллятор. Потенциальная яма. Гармонический осциллятор. Потенциальная ступенька, потенциальные барьеры. Туннельный эффект. Примеры: альфа-распад ядер, холодная эмиссия, автоионизация атомов, эффект Джозефсона, сканирующий туннельный микроскоп.
5	Тема 5 Операторная формулировка квантовой механики. Квантование момента импульса элементарных частиц и атомов.	Понятие об операторной формулировке квантовой механики. Оператор момента импульса. Спин электрона. Квантование орбитального и спинового момента импульса частицы. Опыты Штерна и Герлаха. Сложение квантовых моментов. Терм атома.
6	Тема 6 Квантовая теория атома водорода.	Угловая и радиальная волновые функции электрона в центральном поле. Квантовые числа электрона. Электронные облака стационарных состояний атома водорода.
7	Тема 7. Основы квантовой теории многоэлектронных атомов.	Адиабатическое приближение. Снятие вырождения по орбитальному квантовому числу. Правила отбора при дипольных переходах. Спектры щелочных атомов. Релятивистские взаимодействия в атомах. Формула тонкой структуры. Спин-орбитальное взаимодействие. Принцип Паули. Таблица Д.И. Менделеева
8	Тема 8. Атом в магнитном и электрическом полях. МР, эффекты Зеемана и Штарка	Магнитный момент атома в приближении L-S связи. Энергия взаимодействия атома с магнитным и электрическим полем. Магнитный резонанс, эффект Зеемана, эффект Пашена – Бака, эффект Штарка.

9	Тема 9. Энергетические диаграммы молекул и твердых тел. Спектры молекул. Квантовые статистики. Распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.	Обменная энергия. Химическая связь. Энергетические уровни молекул и твердых тел. Принцип Больцмана. Распределения Бозе-Эйнштейна, Ферми-Дирака. Конденсация Бозе – Эйнштейна. Квазичастицы. Сверхпроводимость.
---	---	--

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Корпускулярные свойства света.	Внутренний фотоэффект. Поляризация фотонов. Интерференция фотонов.
2	Тема 2. Энергетические уровни и спектры атомов. Теория Бора.	Ядерная модель атома. Эллиптические стационарные орбиты.
3	Тема 3 Корпускулярно-волновой дуализм материи.	. Опыты по дифракции микрочастиц.. Расплывание пакета из волн де-Бройля. Использование соотношений неопределенностей для оценки физических характеристик квантовых систем.
4	Тема 4 Уравнение Шредингера.	Туннельный эффект. Автоионизация атомов, эффект Джозефсона, сканирующий туннельный микроскоп.
5	Тема 5 Операторная формулировка квантовой механики. Квантование момента импульса элементарных частиц и атомов.	Квантование орбитального и спинового момента импульса частицы. Опыты Штерна и Герлаха
6	Тема 6 Квантовая теория атома водорода.	Электронные облака стационарных состояний атома водорода.
7	Тема 7. Основы квантовой теории многоэлектронных атомов.	Правила отбора при дипольных переходах. Спин-орбитальное взаимодействие. Принцип тождественности одинаковых микрочастиц.
8	Тема 8. Атом в магнитном и электрическом полях. МР, эффекты Зеемана и Штарка	Магнитный момент многоэлектронного атома. Приложения магнитных резонансов в науке и технике.
9	Тема 9. Энергетические диаграммы молекул и твердых тел. Спектры молекул. Квантовые статистики. Распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.	Обменная энергия. Конденсация Бозе – Эйнштейна. Квазичастицы. Высокотемпературная сверхпроводимость.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий.

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 1. Корпускулярные свойства света.	Изучение фотоэффекта, эффекта Комптона
2	Тема 2. Энергетические уровни и спектры атомов. Теория Бора.	Комбинационный принцип. Расчет энергии и длин волн фотонов при квантовых переходах
3	Тема 3 Корпускулярно-волновой дуализм материи.	Изучение дифракции микрочастиц. Волны материи.

4	Тема 4 Уравнение Шредингера.	Расчет энергии и волновой функции частицы в потенциальной яме
5	Тема 5 Квантование момента импульса элементарных частиц и атомов.	Сложение квантовых моментов
6	Тема 6 Квантовая теория атома водорода.	Изучение водородоподобных атомов
7	Тема 8. Атом в магнитном поле. МР, эффекты Зеемана и Штарка	Вычисление магнитного момента атома. Изучение магнитного резонанса и эффекта Зеемана.

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Энергетические диаграммы молекул и твердых тел. Контактная разность потенциалов	Изучение энергетических зон твердого тела, квантовой природы контактной разности потенциалов полупроводниковых контактов.
2	Атом в магнитном поле, магнитный резонанс Распределение Бозе-Эйнштейна.	Изучение магнитного резонанса в ферромагнетике.
3	Энергетические уровни атомов.	Опыт Франка и Герца. Определение резонансного потенциала аргона.
4	Энергетические уровни и спектры атомов. Квантовая теория атома водорода.	Изучение спектра атома водорода. Определение постоянной Ридберга.
5	Основы квантовой теории многоэлектронных атомов. Щелочные атомы.	Спектр натрия. Изучение снятия вырождения по орбитальному квантовому числу
6	Энергетические диаграммы молекул. Спектры 2-х атомных молекул.	Изучение спектра и квантовых переходов в молекуле иода. Вычисление параметра ангармонизма.
7	Корпускулярные свойства света.	Фотоэффект. Изучение законов сохранения в микромире
8	Основы квантовой теории многоэлектронных атомов.	Спектр ртути. Изучение оптических спектров сложных атомов.

### Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по нижеследующим темам.

Постоянная Планка. Энергия, импульс, масса фотона. Внешний и внутренний фотоэффект. Эффект Доплера. Давление света. Поляризация фотонов. Интерференция фотонов. Ядерная модель атома. Спектральные закономерности. Постулаты Бора. Экспериментальные подтверждения постулатов Бора. Круговые стационарные орбиты. Энергетическая диаграмма атома водорода. Изотопический эффект. Дуализм частиц вещества. Волна де Бройля. Опыты по дифракции микрочастиц. Волновая функция микрочастицы. Принцип суперпозиции. Статистическая интерпретация волновой функции. Расплывание пакета из волн де-Бройля. Принцип неопределенностей. Примеры использования для оценки физических характеристик атома. Принцип микропричинности. Динамическое уравнение Шредингера. Волновая функция стационарного состояния.

Стандартные граничные условия. Свободная частица, гармонический осциллятор. Потенциальная яма. Гармонический осциллятор. Потенциальная ступенька, потенциальные барьеры. Туннельный эффект. Примеры: альфа-распад ядер, холодная эмиссия, автоионизация атомов, эффект Джозефсона, сканирующий туннельный микроскоп. Понятие об операторной формулировке квантовой механики. Оператор момента импульса. Спин электрона. Квантование орбитального и спинового момента импульса частицы. Опыты Штерна и Герлаха. Сложение квантовых моментов. Терм атома. Угловая и радиальная волновые функции электрона в центральном поле. Квантовые числа электрона. Электронные облака стационарных состояний атома водорода. Адиабатическое приближение. Снятие вырождения по орбитальному квантовому числу. Правила отбора при дипольных переходах. Спектры щелочных атомов. Релятивистские взаимодействия в атомах. Формула тонкой структуры. Спин-орбитальное взаимодействие. Принцип Паули. Таблица Д.И. Менделеева. Магнитный момент атома в приближении L-S связи. Энергия взаимодействия атома с магнитным и электрическим полем. Магнитный резонанс, эффект Зеемана, эффект Пашена – Бака, эффект Штарка. Обменная энергия. Химическая связь. Энергетические уровни молекул и твердых тел. Принцип Больцмана. Распределения Бозе-Эйнштейна, Ферми-Дирака. Конденсация Бозе – Эйнштейна. Квазичастицы. Сверхпроводимость.

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с эксплуатационными процедурами используемой в работе КИА, изучить методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) методических указаний для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы,

лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## **8. Фонд оценочных средств**

## 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые темы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине экзамен
По теме 1. Корпускулярные свойства света.	ОПК-1, ОПК-2	Решение задач, тестирование. Задания для подготовки к лабораторным работам. Защита лабораторных работ.
По теме 2. Энергетические уровни и спектры атомов. Теория Бора.	ОПК-1, ОПК-2	Решение задач, тестирование. Задания для подготовки к лабораторным работам. Защита лабораторных работ.
По теме 3. Корпускулярно-волновой дуализм материи.	ОПК-1, ОПК-2	Решение задач, тестирование
По теме 4. Уравнение Шредингера.	ОПК-1, ОПК-2	Решение задач, тестирование
По теме 5. Операторная формулировка квантовой механики. Квантование момента импульса элементарных частиц и атомов.	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование
По теме 6. Квантовая теория атома водорода.	ОПК-1, ОПК-2	Задания для подготовки к лабораторным работам. Защита лабораторных работ.
По теме 7. Основы квантовой теории многоэлектронных атомов.	ОПК-1, ОПК-2	Решение задач, тестирование. Задания для подготовки к лабораторным работам. Защита лабораторных работ.
По теме 8. Атом в магнитном и электрическом полях. МР, эффекты Зеемана и Штарка	ОПК-1, ОПК-2	Решение задач, тестирование. Задания для подготовки к лабораторным работам. Защита лабораторных работ.
По теме 9. Энергетические диаграммы молекул и твердых тел. Квантовые статистики. Распределения Бозе-Эйнштейн и Ферми-Дирака.	ОПК-1, ОПК-2	Задания для подготовки к лабораторным работам. Защита лабораторных работ.

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

*Типовые тестовые задания:*

По теме 1. Корпускулярные свойства света.

Вопрос теста	Варианты ответов
Частота красного света в 2 раза меньше частоты фиолетового света. Импульс фотона красного света по отношению к импульсу фотона фиолетового света	1. меньше в 4 раза;
	2. больше в 2 раза
	3. меньше в 2 раза
	4. больше в 4 раза

Монохроматический свет длиной волны $\lambda=500$ нм и интенсивностью $I=100$ Вт/м <sup>2</sup> падает по нормали на плоскую поверхность металлического катода. Сколько фотоэлектронов выбивается с фотокатода за время $t = 1$ с, если его площадь $S = 5$ см <sup>2</sup> и в среднем каждый десятый фотон выбивает один фотоэлектрон?	1) $6,3 \cdot 10^{16}$ 2) $1,3 \cdot 10^{16}$ 3) $6,3 \cdot 10^{20}$ 4) $1,3 \cdot 10^{21}$
Рассчитайте максимальную скорость электронов, выбиваемых из металла светом длиной волны 300 нм, если работа выхода равна $3 \cdot 10^{-19}$ Дж.	1) $1,2 \cdot 10^6$ м/с 2) $3 \cdot 10^8$ м/с 3) 890 м/с 4) $0,89 \cdot 10^6$ м/с

По теме 2. Энергетические уровни и спектры атомов. Теория Бора.

Вопрос теста	Варианты ответов
Дискретность энергии, характеризующей состояния атома, проявляются	1) только в атоме водорода 2) только в легких атомах 3) только в тяжелых атомах 4) в любых атомах
В сосуде находится разреженный атомарный водород. Атом водорода в основном состоянии ( $E_1 = -13,6$ эВ) поглощает фотон энергией 15,4 эВ. С какой скоростью движется вдали от ядра электрон, вылетевший из атома в результате ионизации? Энергией теплового движения атомов водорода пренебречь.	1) 80 км/с 2) 400 км/с 3) 800 км/с 4) 1600 км/с
Излучение фотонов происходит при переходе из возбужденных состояний с энергиями $E_1 > E_2 > E_3$ в основное состояние. Для частот соответствующих фотонов $\nu_1, \nu_2, \nu_3$ справедливо соотношение	1) $\nu_1 < \nu_2 < \nu_3$ 2) $\nu_2 < \nu_1 < \nu_3$ 3) $\nu_1 > \nu_2 > \nu_3$ 4) $\nu_2 < \nu_3 < \nu_1$

По теме 3. Корпускулярно-волновой дуализм материи.

Вопрос теста	Варианты ответов
Оценка «удовлетворительно» (зачтено) или низкой уровень освоения компетенции Числовое значение граничной частоты света при фотоэффекте определяется	а) интенсивностью падающего света б) продолжительностью облучения катода в) работой выхода электрона из металла
Оценка «хорошо» (зачтено) или повышенный уровень освоения компетенции	а) на связанных электронах б) на свободных электронах в) на связанных нуклонах

Эффект Комптона состоит в изменении частоты излучения при его рассеянии	
Оценка «отлично» (зачтено) или высокий уровень освоения компетенции Дэвидсон и Джермер наблюдали	а) отражение электронного пучка от поверхности монокристалла никеля б) прохождение электронов через поликристаллическую пластину в) дифракцию электронов на краю фольги.

По теме 4. Уравнение Шредингера.

Вопрос теста	Варианты ответов
Стационарное уравнение Шредингера свободного движения частицы	а) $\Delta\Psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E) = 0$ б) $\Delta\Psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E - x) = 0$ в) $\Delta\Psi + \frac{2m}{\hbar^2}\left(E - \frac{k \cdot x^2}{2}\right) = 0$
С уменьшением ширины бесконечно глубокой потенциальной ямы уровни энергии	а) не смещаются б) смещаются вверх в) смещаются вниз
Если в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме со стороной L в первом возбужденном состоянии находится частица, то вероятность того, что она будет обнаружена в интервале от L/3 до 2L/3 равна	а) 1/3 б) 1/5 в) 1/6 г) 2/3

По теме 5. Операторная формулировка квантовой механики. Момент импульса элементарных частиц и атомов.

Вопрос теста	Варианты ответов
Дайте определение оператора	а) разновидность функции б) число в) правила сопоставления числу числа г) правила сопоставления одной функции другой функции
Напишите оператор импульса	а) $p_x = \frac{\partial}{\partial x}$ б) $p_x = \hbar \frac{\partial}{\partial x}$ в) $p_x = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x}$
Укажите коммутатор оператора импульса с координатой x.	а) $[p_x, x] = i\hbar$ б) $[p_x, x] = 0$ в) $[p_x, x] = -i\hbar$

По теме 6. Квантовая теория атома водорода.

Вопрос теста	Варианты ответов
Волновая функция стационарного состояния электрона в атоме водорода	а) $\Psi = \psi(r) \cdot \exp\left(-i \frac{E}{\hbar} t\right)$ б) $\Psi = \psi(r) \cdot \Phi(\theta, \varphi)$ в) $\Psi = \psi(r)$ г) $\Psi = \psi(r) \cdot \Phi(\theta, \varphi) \cdot \exp\left(-i \frac{E}{\hbar} t\right)$
Для s-состояния электрона водородоподобного атома модуль волновой функции	а) не зависит от углов $\theta, \varphi$ б) зависит только от угла $\theta$ в) зависит только от угла $\varphi$
Плотность радиального распределения электронов в атоме водорода	а) $ \psi(r) ^2$ б) $ R(r) ^2$ в) $ R(r) ^2 \cdot r^2$

По теме 7. Основы квантовой теории многоэлектронных атомов.

Вопрос теста	Варианты ответов
Что такое орбиталь?	А) совокупность электронов с одинаковыми $n$ Б) совокупность электронов с одинаковыми $n, l$ В) совокупность электронов с одинаковыми $l$
Поправка Ридберга в щелочном атоме	А) равна нулю Б) положительна В) отрицательна
Электронная конфигурация бора	А) $1s^2 2s^1 2p^2$ Б) $1s^2 2s^2 2p^1$ В) $1s^2 2s^2 2p^2$

По теме 8. Атом в магнитном и электрическом поле.

Вопрос теста	Варианты ответов
Магнитный момент атома	а) квантуется б) меняется непрерывно в) существует только у атомов с нечетным числом электронов
Эффект Зеемана может наблюдаться если:	1) Источник света помещён в однородное магнитное поле 2) Спектральные линии имеют тонкую структуру

	3) Пучок света пропускают через однородное магнитное поле 4) Пучок атомов пропускают через однородное магнитное поле
Сколько линий будет наблюдаться в эксперименте Зеемана при расщеплении спектральной линии ${}^1D_2 \rightarrow {}^1P_1$ в слабом магнитном поле:	а) Не будет расщепления б) 3 линии с) 9 линий д) 15 линий

По теме 9. Современные представления об квантовых явлениях в молекулах и твердых телах.

Вопрос теста	Варианты ответов
Спектры молекул	а) сплошные б) линейчатые с) линейчато-полосатые
Ширина запрещенной энергетической зоны электронов в диэлектрике, порядка?	а) 0.1 эВ б) 1 эВ с) 10 эВ
Оцените вероятность туннелирования электронов проводимости из металла (холодная эмиссия), если вблизи поверхности металла создано однородное электрическое поле с напряженностью $E \sim 10^{10}$ В/м.	а) $10^{-2}$ б) $10^{-1}$ с) близка к 1

*Типовые задания физического практикума.*

### Раздел 1. Корпускулярные свойства света.

1. Антенна радиостанции излучает радиоволны на частоте 100 МГц при мощности 1 кВт. Сколько фотонов испускает антенна за одну секунду?
2. Средняя длина волны излучения 500-ваттной лампочки накаливания равна 1000 нм. Оценить число фотонов, попадающих за одну секунду в зрачок глаза человека, на расстоянии 10 м от лампочки.
3. Небольшая зеркальная пластинка массой 10 мг подвешена на практически невесомой кварцевой нити длиной 20 мм. Свет лазерной вспышки падает перпендикулярно поверхности зеркала, из-за чего нить с пластинкой отклонилась на один градус. Оценить энергию лазерной вспышки.

### Раздел 2. Энергетические уровни и спектры атомов. Теория Бора

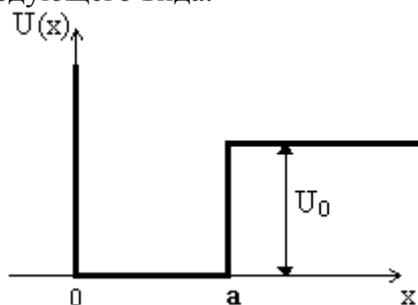
1. Определите длину волны фотонов, способных ионизировать атом водорода.
2. Газ атомарного водорода освещают ультрафиолетом с длиной волны 100 нм. Определите длины волн спектральных линий в возникшем свечении газа.
3. Пучок электронов с энергией 13 эВ проходит через газ атомарного водорода. Определите длины волн спектральных линий, излучаемых газом.

### Раздел 3 Корпускулярно-волновой дуализм материи.

1. Положение пылинки массой 1мг и положение электрона определены с одинаковой погрешностью, равной 0,1мкм. Оцените квантовые неопределенности скорости пылинки и электрона.
2. Могут ли конкурировать квантовые флуктуации положения частицы с ее броуновским движением в газе, жидкости? Если да, то, при каких условиях?
3. Определить диаметр  $d$  отверстия в диафрагме электронной пушки, при котором размер 'зайчика' на экране дисплея будет наименьшим. Расчеты провести для ускоряющего напряжения 20кВ.

#### Раздел 4. Уравнение Шредингера.

1. Найти квантовое число Меркурия. Масса Меркурия 3 10кг, расстояние до Солнца 6 10км, скорость движения по орбите 48км / с.
2. Движение микрочастицы ограничено двумя параллельными друг другу непроницаемыми стенками. Столкновения частицы со стенками являются упругими. Оцените силу действия микрочастицы на стенку, когда частица находится в основном состоянии. Числовой расчет выполните для электрона в потенциальной яме шириной  $a$ , равной 0,1нм, 1нм, 1мм.
3. Используя уравнение Шредингера, определите условия возникновения энергетических уровней и их число  $N$  для частицы массой  $m$  в одномерной потенциальной яме следующего вида:



#### Раздел 5. Операторная формулировка квантовой механики. Момент импульса элементарных частиц и атомов.

Проводится только тестирование знания тезауруса раздела.

#### Раздел 6. Квантовая теория атома водорода.

1. Газ атомарного водорода освещают ультрафиолетом с длиной волны 100 нм. Определите длины волн спектральных линий в возникшем свечении газа.
2. Пучок электронов с энергией 13 эВ проходит через газ атомарного водорода. Определите длины волн спектральных линий, излучаемых газом.
3. Неподвижный атом водорода испустил фотон, соответствующий головной линии серии Лаймана. Найти скорость атома после излучения.

#### Раздел 7. Основы квантовой теории многоэлектронных атомов.

1. Какие из термов:

$${}^2S_1, {}^2P_1, {}^3P_{1/2}, {}^3P_3, {}^5D_0, {}^1F_0, {}^8F_{13/2}, {}^2F_{7/2}$$

написаны правильно?

2. Найти максимальное значение мультиплетности  $\chi=2S+1$  и возможные спиновые числа  $S$  термов:

$${}^xS_0, {}^xP_2, {}^x D_{3/2}, {}^x F_{1/2},$$

$${}^x P_{1/2}, {}^x F_{5/2}, {}^x S_{1/2}, {}^x D_{3/2}.$$

3. Найти возможные значения орбитального квантового числа L следующих термов:

$${}^2\{L\}_{1/2}, {}^2\{L\}_{3/2}, {}^2\{L\}_3,$$

$${}^1\{L\}_5, {}^3\{L\}_1, {}^2\{L\}_{3/2}.$$

Раздел 8. Атом в магнитном и электрическом поле.

1. Нарисовать энергетическую диаграмму квантовых переходов и вычислить сдвиги частот спектральных линий при эффекте Зеемана для переходов:

$${}^2D_{3/2} \rightarrow {}^2P_{3/2}; {}^2D_{3/2} \rightarrow {}^2F_{5/2}; {}^5F_1 \rightarrow {}^5D_2; {}^3D_1 \rightarrow {}^3P_0;$$

$${}^1S \rightarrow {}^1P; {}^1D \rightarrow {}^1F; {}^2S_{1/2} \rightarrow {}^2P_{1/2}; {}^2D_{3/2} \rightarrow {}^2P_{1/2};$$

$${}^2P_{1/2} \rightarrow {}^2S_{1/2}; {}^3F_4 \rightarrow {}^3D_3.$$

Наблюдение эффекта Зеемана ведется поперек направления магнитного поля, индукция которого  $B=10\text{Тл}$ .

2. Рассчитать сдвиги частот спектральных линий для переходов указанных в задаче 1., но при наблюдении эффекта Зеемана вдоль магнитного поля.

3. Вычислите длины волн зеемановского расщепления красной линии (длина волны  $656,28\text{нм}$ ) атома водорода, помещенного в магнитное поле  $B=100\text{Тл}$ .

Раздел 9. Современные представления об квантовых явлениях в молекулах и твердых телах.

Проводится только тестирование знаний тезауруса раздела.

*Типовые задания при выполнении лабораторных работ:*

Раздел 1. Корпускулярные свойства света.

Лабораторная работа, название	Цель лабораторной работы	Задачи лабораторной работы
Фотоэффект	Изучение законов сохранения в микромире	Измерение ВАХ фотоэффекта. Оценка постоянной Планка.

Раздел 2. Энергетические уровни и спектры атомов. Теория Бора

Лабораторная работа, название	Цель лабораторной работы	Задачи лабораторной работы
Опыт Франка и Герца	Изучение дискретности энергетических уровней атома	Экспериментальное определение первого потенциала возбуждения атома аргона

Раздел 6. Квантовая теория атома водорода.

Лабораторная работа, название	Цель лабораторной работы	Задачи лабораторной работы
-------------------------------	--------------------------	----------------------------

Спектр водорода	Изучение количественных свойств спектра атома водорода	Оценка постоянной Ридберга и постоянной Планка
-----------------	--	--

#### Раздел 7. Основы квантовой теории многоэлектронных атомов.

№	Лабораторная работа, название	Цель лабораторной работы	Задачи лабораторной работы
1	Спектр натрия	Изучение зависимости энергии от орбитального квантового числа	Оценка поправки Ридберга
2	Спектр ртути	Изучение оптических спектров сложных атомов	Расшифровка спектра ртути на цифровом спектрометре. Градуировка оптического спектрометра

#### Раздел 8. Атом в магнитном и электрическом поле.

Лабораторная работа, название	Цель лабораторной работы	Задачи лабораторной работы
Магнитный резонанс	Изучение кантовых переходов внутри зеемановского мультиплета.	Наблюдение явления ФМР, определение угловой зависимости частоты резонанса. Оценка же-фактора электрона

#### Раздел 9. Современные представления об квантовых явлениях в молекулах и твердых телах.

№	Лабораторная работа, название	Цель лабораторной работы	Задачи лабораторной работы
1	Спектр поглощения 2-х атомной молекулы (йода)	Изучение молекулярных полос	Определение физических параметров молекулы йода
2	Контактная разность потенциалов	Изучение квантовой природы контактной разности потенциалов полупроводниковых контактов.	Определение ВАХ полупроводникового диода для разных температур, оценка величины контактной разности потенциалов по данным измерений дифференциального сопротивления.

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

*Примерный перечень вопросов к экзамену:*

1.Строение атомов и ядер. Характерные масштабы масс, размеров, энергий связи для частиц входящих в состав атомов и ядер.

2. Закономерности в атомных спектрах. Комбинационный принцип, обобщенная формула Бальмера, терм атома водорода.
3. Квазиклассическая теория атома по Бору - Зоммерфельду.
  - 3.1. Постулаты Бора. опыты Франка и Герца. Физический смысл термина атома. Энергетическая диаграмма и спектральные переходы в атоме водорода.
  - 3.2. Принцип соответствия. Стационарные орбиты. Правила квазиклассического квантования по Бору-Зоммерфельду. Расчет постоянной Ридберга на примере круговых стационарных орбит. Изотопический сдвиг спектральных линий.
4. Свойства фотонов.

Гипотезы Планка и Эйнштейна. Энергия и импульс фотона. Фотоэффект, фотосопротивление, фото ЭДС, эффект Комптона, давление света.
5. Волновые свойства частиц.
  - 5.1. Волна де-Бройля, фазовая и групповая скорости. Дисперсия волн де-Бройля.
  - 5.2. опыты по дифракции элементарных частиц, атомов, молекул.
6. Корпускулярно-волновой дуализм материи.
  - 6.1. Основные свойства волновой функции: принцип суперпозиции, статистическая интерпретация, условие нормировки.
7. Уравнение Шредингера.
  - 7.1. Нестационарное уравнение Шредингера.
  - 7.2. Волновая функция стационарного состояния. Стационарное уравнение Шредингера. Стандартные граничные условия (СГУ) и энергетический спектр квантовой системы.
  - 7.3. Простейшие задачи квантовой механики.
    - 7.3.1. Частица в потенциальной яме. Теорема о нулях волновой функции.
    - 7.3.2. Гармонический осциллятор. Энергия и амплитуда нулевых колебаний.
    - 7.3.3. Потенциальная ступенька. Надбарьерное отражение.
    - 7.3.4. Потенциальный барьер. Туннельный эффект, примеры его проявления ( $\alpha$  - распад ядер, холодная эмиссия, автоионизация атома, эффект Джозефсона).
8. Квантование момента импульса.
  - 8.1. Орбитальный и спиновый момент импульса, правила квантования. опыты Штерна и Герлаха.
  - 8.2. Сложение двух квантовых моментов. Приближения J-J и L-S связи. Символический терм атома.
9. Квантовая теория атома водорода. Радиальная и угловая волновые функции. Квантовые числа электрона в атоме, их физический смысл. Электронные облака основного и возбужденного состояний атома водорода.
10. Основы квантовой физики многоэлектронных атомов.
  - 10.1. Снятие вырождения по орбитальному квантовому числу. Спектры атомов щелочных металлов. Поправка Ридберга, её квантовомеханический расчёт.
  - 10.2. Тонкая структура спектральных линий и энергетических уровней атома. Спин-орбитальное взаимодействие. Постоянная тонкой структуры.
  - 10.3. Принцип Паули. Электронная конфигурация атома. Периодическая система Менделеева.
11. Атом в магнитных и электрических полях. Магнитный момент атома. Эффекты Зеемана, Пашена и Бака. Магнитный резонанс. Эффект Штарка, понятие об электрическом резонансе.
12. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли.
13. Элементы квантовой физики молекул и твердых тел.
  - 13.1. Энергетические уровни молекул. Особенности спектров молекул. Объяснение возникновения кантов.
  - 13.2. Зонные модели диэлектриков, полупроводников, металлов. Количественные характеристики энергетических зон в твердом теле.
  - 13.3. Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна.
  - 13.4. Примеры макроскопических квантовых явлений. Сверхпроводимость. Конденсация Бозе – Эйнштейна.

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

#### 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

##### Основная литература

- Капуткин, Д. Е. Физика : Оптика. Атомная и ядерная физика. Ч. 3 : учебное пособие / Д. Е. Капуткин, В. В. Пташинский, Ю. А. Рахштадт ; под. ред. Ю. А. Рахштадта. - Москва : Изд. Дом МИСиС, 2014. - 103 с. - ISBN 978-5-87623-742-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1226922>

##### Дополнительная литература

- Милантьев, В. П. Атомная физика : учебник и практикум для академического бакалавриата / В. П. Милантьев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 415 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00405-2. —

Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL:  
<https://urait.ru/bcode/434649>

9. Трофимова Т. И. Курс физики : Учеб. пособие для инженерно-техн. спец. вузов / Трофимова Т.И. - 7-е изд., стереотип. - М. : Высш. шк., 2003. - 542 с. : ил. - ISBN 5-06-003634-0. НА.
10. Матвеев, А. Н. Атомная физика : [Учеб. пособие для физ. спец. вузов] / А. Н. Матвеев. - Москва : Высш. шк., 1989. - 439 с. : ил. - ISBN 5-06-00056-7 :. - Экземпляров – 43.
11. Иродов, И. Е. Задачи по квантовой физике : учеб. пособие для вузов / И. Е. Иродов. - 3-е изд. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2012. - 214, [1] с. : ил. - ISBN 978-5-9963-0283-3

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими

средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного мультимедиа.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 413 «Лаборатория атомной физики, физики атомного ядра и элементарных частиц». Основное материально-техническое обеспечение лаборатории указано в таблице:

№	Оборудование
1	Персональные компьютеры и ноутбуки с программным обеспечением необходимым для проведения экспериментов и обработки физических величин
2	Лабораторная установка по детектированию и изучению движения заряженных частиц в магнитном поле
3	Камера Вильсона
4	Лабораторная установка по измерению контактной разности потенциалов
5	Спектральные источники излучения (водород, ртуть, натрий, ...)
6	Лабораторная установка по изучению магнитного резонанса
7	Лабораторная установка по изучению потенциалов возбуждения атомов аргона
8	Лабораторная установка по изучению спектра водорода
9	Лабораторная установка по определению поправки Ридберга щелочных атомов
10	Лабораторная установка по определению постоянной тонкой структуры по спектру натрия
11	Цифровые спектрометры EnSpectr (2 экз.), с образовательной версией программного обеспечения.
12	Лабораторная установка по изучение космического излучения с помощью счетчика Гейгера-Мюллера
13	Камера Вильсона
14	Лабораторная установка по изучению законов фотоэффекта
15	Компаратор по обработке фотографий атомных и молекулярных спектров
16	Призмный универсальный спектрометр УМ1

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## 1. Наименование дисциплины: «Ядерная физика»

**Целью освоения дисциплины «Ядерная физика»** является формирование у студентов физической картины мира, взаимосвязи микроявлений с макроявлениями, знаний основных понятий, законов и моделей ядерной физики в приложении к прикладным задачам физики.

**Задачи изучения дисциплины:** дальнейшее формирование у обучаемых научного мышления на основе приложений понятийного и математического аппарата квантовой физики к численному и аналитическому моделированию явлений микромира. Студенты должны получить представление о том, что взаимодействия на уровнях физики атомного ядра и элементарных частиц являются одним из важнейших проявлений универсальности законов квантовой физики, позволяющих проектировать свойства материалов и разнообразных функций физико-технических устройств.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен использовать знания в области физики, математики и инженерии для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Демонстрирует знания законов физики и математического аппарата. ОПК-1.2. Решает физические и инженерные задачи, используя математический аппарат. ОПК-1.3. Решает задачи профессиональной деятельности через решение фундаментальных физических и инженерных задач.	<b>Знать:</b> <b>систему понятий и представлений о различных типах и свойствах ядерных систем и процессов; методы теоретического описания и оценки физических характеристик материалов на основе атомистики.</b> <b>Уметь:</b> <b>использовать знания атомной и ядерной физики при решении профессиональных и педагогических задач; объяснять явления окружающего мира на основе знаний атомистики вещества.</b> <b>Владеть:</b> <b>базовыми методами анализа на основе законов атомной, ядерной физики в системе стандартной модели элементарных частиц.</b>
ОПК-2. Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе	ОПК-2.1. Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из	<b>Знать:</b> Современные методы и подходы в инженерии, применимые для проектирования решений научно-исследовательских задач в области ядерной физики. <b>Уметь:</b>

междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.	области физико-математических наук и инженерии. ОПК-2.2. Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии. ОПК-2.3. Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.	проводить поиск и анализ научно-технической информации для выявления актуальных исследовательских проблем в области ядерной физики. <b>Владеть:</b> Способностью интегрировать знания из ядерной физики для решения практических задач в различных сферах деятельности.
--	--	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «**Ядерная физика**» представляет собой дисциплину *обязательной* части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

#### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

#### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к

ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Стандартная модель истинно элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия.	Стандартная модель элементарных частиц. Кварки. Классификация кварков. Взаимодействие кварков. Частицы и античастицы. Лептоны. Закон сохранения лептонного числа. Адроны. Барионы. Закон сохранения барионного числа. Мезоны. Понятие о теории «Великого объединения». Электрослабое взаимодействие.
2	Тема 2. Ядра атомов и их основные физические характеристики	Размер ядра и атома. Нуклоны. Заряд, энергии связи электронов и нуклонов. Масса протона и нейтрона. Дефект массы. Стабильность нуклонов и ядер. Барионное число. Строение нуклонов. Кварки. Глюоны. Партоны. Свойства и обменный характер ядерных сил. Пи-мезоны.
3	Тема 3. Экспериментальные методы исследования ядер и элементарных частиц	Спин и магнитный момент ядер. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Квадрупольный электрический момент ядра. Ядерный квадрупольный резонанс (ЯКР).
4	Тема 4. Радиоактивные излучения. Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях.	Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях. Деление и синтез ядер. Естественная и искусственная радиоактивность ядер. Продукты распада. Закон радиоактивного распада. Альфа-распад. Бета-распад. Нарушение четности при слабых взаимодействиях. Гамма-излучение возбужденных радиоактивных ядер.
5	Тема 5. Взаимодействие ядерных излучений с веществом.	1.1. Ионизационные потери энергии заряженных частиц. 1.2. Радиационные потери энергии заряженных частиц. 1.3. Взаимодействие гамма-квантов с веществом. 1.4. Взаимодействие нейтронов с веществом. 1.5. Взаимодействие нейтрино с веществом.
6	Тема 6. Радиоактивные ряды. Детектирование ядерных излучений. Основы дозиметрии и радиационной безопасности.	Радиоактивные семейства (ряды). Радиоизотопный анализ. Детектирование ядерных излучений. Основы дозиметрии и радиационной безопасности.

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 2. Ядра атомов и их основные физические характеристики	Барионное число. Стабильность нуклонов и ядер.
2	Тема 2. Ядра атомов и их основные физические характеристики	Свойства и обменный характер ядерных сил. Пи-мезоны.
3	Тема 1. Стандартная модель истинно элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия.	Классификация кварков. Взаимодействие кварков. Глюоны. Партоны.
4	Тема 3. Экспериментальные методы исследования ядер и элементарных частиц	Приложения ядерного магнитного резонанса (ЯМР).
5	6. Радиоактивные ряды. Детектирование ядерных излучений. Основы дозиметрии и радиационной безопасности.	Радиоактивные семейства (ряды). Радиоизотопный анализ.
6	Тема 4. Радиоактивные излучения. Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях.	Деление ядер. Синтез ядер.
7	Тема 5. Взаимодействие ядерных излучений с веществом	Взаимодействие нейтронов и нейтрино с веществом.
8	Тема 1. Стандартная модель истинно элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия.	Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Теория «Великого объединения».
9	Тема 1. Стандартная модель истинно элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия.	Суперструны.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1.	Тема 2. Ядра атомов и их основные физические характеристики Тема 4. Радиоактивные излучения. Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях.	Законы сохранения в физике ядра и элементарных частиц. Ядерные реакции.
2.	Тема 4. Радиоактивные излучения. Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях.	Закон радиоактивного распада.
3.	Тема 4. Радиоактивные излучения. Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях.	Альфа и бета - распады
4.	Тема 5. Взаимодействие ядерных излучений с веществом	Взаимодействие ядерных излучений с веществом.
5.	6. Радиоактивные ряды. Детектирование ядерных излучений. Основы дозиметрии и радиационной безопасности.	Основы дозиметрии и радиационной безопасности.

Рекомендуемый перечень тем *лабораторных работ*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1	Движение частиц в магнитном поле	Изучение законов движения заряженных частиц в магнитном поле. Определение заряда электрона.
2	Камера Вильсона	Изучение метода регистрации ионизирующих частиц по их трекам в камере Вильсона. Оценка интенсивностей бета – и альфа - излучений.
3	Статистические закономерности в ядерной физике.	Изучение методов проектирования статистических моделей радиационного фона. Метод гистограмм. Критерий Хи - квадрат.
4	Исследование фона космического излучения	<b>Изучение космического излучения с помощью счётчика Гейгера – Мюллера.</b> Статистическая обработка экспериментальных данных. Метод моментов. Оценка величины радиационного фона лаборатории.
5	Магнитный резонанс	Изучение кантовых переходов внутри зеемановского мультиплета. Оценка магнитного момента электрона.
6	Изучение законов сохранения в процессах взаимодействия элементарных частиц	Фотоэффект

#### Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по нижеследующим темам.

Стандартная модель элементарных частиц. Кварки. Классификация кварков. Взаимодействие кварков. Частицы и античастицы. Лептоны. Закон сохранения лептонного числа. Адроны. Барионы. Закон сохранения барионного числа. Мезоны. Понятие о теории «Великого объединения». Электрослабое взаимодействие. Размер ядра и атома. Нуклоны. Заряд, энергии связи электронов и нуклонов. Масса протона и нейтрона. Дефект массы. Стабильность нуклонов и ядер. Барионное число. Строение нуклонов. Кварки. Глюоны. Партоны. Свойства и обменный характер ядерных сил. Пи-мезоны. Спин и магнитный момент ядер. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Квадрупольный электрический момент ядра. Ядерный квадрупольный резонанс (ЯКР). Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях. Деление и синтез ядер. Естественная и искусственная радиоактивность ядер. Продукты распада. Закон радиоактивного распада. Альфа-распад. Бета-распад. Нарушение четности при слабых взаимодействиях. Гамма-излучение возбужденных радиоактивных ядер. Ионизационные потери энергии заряженных частиц. Радиационные потери энергии заряженных частиц. Взаимодействие гамма-квантов с веществом.

Взаимодействие нейтронов с веществом. Взаимодействие нейтрино с веществом. Радиоактивные семейства (ряды). Радиоизотопный анализ. Детектирование ядерных излучений. Основы дозиметрии и радиационной безопасности.

2. При подготовке к лабораторным занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по теме лабораторной работы, повторить правила пожарной и электробезопасности, выполнить задание на самостоятельную подготовку, предусматривающее проведение теоретических расчетов измеряемых параметров и характеристик исследуемых устройств или процессов, определить перечень контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), ознакомиться с эксплуатационными процедурами используемой в работе КИА, продумать методику проведения экспериментальной части лабораторной работы, повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме и подготовить развернутые ответы на вопросы, приведенные в перечне контрольных вопросов (заданий) для защиты лабораторной работы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной

работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## **8. Фонд оценочных средств**

### **8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины**

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине экзамен
Тема 1. Стандартная модель истинно элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия.	<b>ОПК-1, ОПК-2</b>	Тестирование
Тема 2. Ядра атомов и их основные физические характеристики	<b>ОПК-1, ОПК-2</b>	Решение задач, тестирование
Тема 3. Экспериментальные методы исследования ядер и элементарных частиц	<b>ОПК-1, ОПК-2</b>	Решение задач, Защита лаб. работы, тестирование
Тема 4. Радиоактивные излучения. Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях.	<b>ОПК-1, ОПК-2</b>	Решение задач, Защита лаб. работы, тестирование
Тема 5. Взаимодействие ядерных излучений с веществом.	<b>ОПК-1, ОПК-2</b>	Решение задач, Защита лаб. работы, тестирование
Тема 6. Радиоактивные ряды. Детектирование ядерных излучений. Основы дозиметрии и радиационной безопасности.	<b>ОПК-1, ОПК-2</b>	Решение задач, Защита лаб. работы, тестирование

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

*Типовые тестовые задания:*

Раздел 1. Стандартная модель истинно элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия.

Вопрос теста	Варианты ответов
Какие частицы не состоят из кварков	1) электрон 2) протон 3) фотон 4) нейтрон
Электрон и позитрон аннигилируют (оба исчезают с образованием двух гамма квантов). Чему равна энергия, выделившаяся при	1) $\frac{m_0 c^2}{2}$

аннигиляции? Массу покоя позитрона и электрона можно считать равной $m_0$ .	2) $m_0c^2$ 3) $2m_0c^2$ 4) $\frac{3m_0c^2}{2}$
Какое из утверждений является ложным?	1) Барионы состоят из 3-х кварков 2) Мезоны состоят из 2-х кварков (кварк и антикварк) 3) Свободные адроны, состоящие из кварков одного аромата (например, $\Delta^{++}$ и $\Omega^-$ ), отличаются цветом 4) Кварки в свободном состоянии не обнаружены (конфайнмент).

Раздел 2. Ядра атомов и их основные физические характеристики.

Вопрос теста	Варианты ответов
Число нейтронов в ядре равно?	1) $Z$ ; 2) $A$ ; 3) $A+Z$ ; 4) $A - Z$ .
При распаде изотопа ${}^8_3\text{Li}$ образовалось два ядра и бета частица. Одинаковые ядра, это?	1. $\text{H}$ ; 2. $\text{He}$ ; 3. бор; 4. дейтерий.
Почему электронов нет в ядре?	1. Они поглощаются протонами; 2. Их размеры превосходят размеры ядра; 3. Локализация электронов в ядре требует больших энергий.

Раздел 3. Экспериментальные методы исследования ядер и элементарных частиц

Вопрос теста	Варианты ответов
Для чего помещают камеру Вильсона в магнитное поле?	а) для определения магнитного момента частиц;

	б) для определения энергии частиц; в) для определения удельного заряда частицы.
Магнитный момент нейтрона?	а) равен нулю; б) больше нуля; в) меньше нуля.
ЯМР частота протона в поле 1 Тл порядка?	а) 1 МГц; б) 10 МГц; в) 100 МГц.

Раздел 4. Радиоактивные излучения. Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях.

Вопрос теста	Варианты ответов
Один из возможных вариантов деления ядра урана ${}_{92}^{235}\text{U}$ выглядит следующим образом: ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{40}^{97}\text{Zr} + {}_{52}^{137}\text{Te} + ?$ Какие частицы заменены знаком вопроса?	1. 1 протон и 1 электрон 2. 2 протона 3. 2 электрона 4. 2 нейтрона
После взаимодействия ядер лития ${}_{3}^6\text{Li}$ и дейтерия ${}_{1}^2\text{H}$ образуются два одинаковых ядра. Это ядра	1) ${}_{2}^3\text{He}$ 2) ${}_{2}^4\text{He}$ 3) ${}_{4}^8\text{Be}$ 4) ${}_{1}^3\text{H}$
Какая ядерная реакция не идет под действием нейтронов?	1) радиационный захват ( $n, \gamma$ ) 2) $\beta$ -распад 3) $\alpha$ -распад 4) впускание протона (n,p)

Раздел 5. Взаимодействие ядерных излучений с веществом.

Вопрос теста	Варианты ответов
--------------	------------------

Какая из перечисленных далее частиц наиболее слабо взаимодействует с атомами, попадая в вещество?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нейтрон</li> <li>2. Альфа-частица</li> <li>3. Протон</li> <li>4. Электрон</li> </ol>
По каким параметрам трека в камере Вильсона отличают альфа и бета частицы?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Толщина</li> <li>2. Длина</li> <li>3. Яркость</li> <li>4. Неоднородность следа</li> </ol>
Средний пробег альфа частицы в веществе с массовым числом $A$ , пропорционален?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>A</math></li> <li>2. <math>A^{-1}</math></li> <li>3. <math>A^{2/3}</math></li> <li>4. <math>A^{1/3}</math></li> </ol>

Раздел 6. Радиоактивные ряды. Детектирование ядерных излучений. Основы дозиметрии и радиационной безопасности.

Вопрос теста	Варианты ответов
Назовите единицы измерения эквивалентной дозы:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. бэр</li> <li>2. рентген</li> <li>3. грей</li> <li>4. зиверт</li> </ol>
При облучении нейтронами ядра урана $^{235}\text{U}$ делятся на	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) нейтроны и протоны</li> <li>2) нейтроны, протоны и электроны</li> <li>3) 2 сравнимых по массе осколков деления и нейтроны альфа- и бета- частицы</li> </ol>
Начальная масса радиоактивного йода 4 г, период полураспада 8 суток. Сколько его останется в образце через 16 суток?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 0 г</li> <li>2) 1 г</li> <li>3) 2 г</li> <li>4) 3 г</li> </ol>

*Типовые задания практических, контрольных работ:*

Раздел 1. Стандартная модель истинно элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия.

Проводится только тестирование знания тезауруса раздела.

Раздел 2. Ядра атомов и их основные физические характеристики

- Энергия связи  $E_{CB}$  ядра, состоящего из трех протонов и четырех нейтронов, равна 39,3 МэВ. Определить массу нейтрального атома, обладающего этим ядром.

- Оценить плотность и концентрацию нуклонов в ядре.
- Покоившееся ядро полония  ${}^{200}_{84}\text{Po}$  испускает  $\alpha$ -частицу с кинетической энергией 5,77 МэВ. Определить: 1) скорость отдачи дочернего ядра; 2) какую долю кинетической энергии  $\alpha$ -частицы составляет энергия отдачи дочернего ядра.

### Раздел 3. Экспериментальные методы исследования ядер и элементарных частиц

- Сколько компонент сверхтонкой структуры атома  ${}^6\text{Li}$ , если терм основного состояния равен  ${}^2S_{1/2}$ .
- Вычислить угловые скорости прецессии электрона, протона, нейтрона в магнитном поле 1Тл.
- Найти частоту магнитного резонанса протона.

### Раздел 4. Радиоактивные излучения. Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях.

- Определить энергию, выделяющуюся в результате реакции  ${}^{23}_{12}\text{Mg} \rightarrow {}^{11}_{23}\text{Na} + {}^0_1e + {}^0_0\nu$ . Массы нейтральных атомов магния и натрия соответственно равны  $3,8184 \cdot 10^{-26}$  кг и  $3,8177 \cdot 10^{-26}$  кг.
- Определить, является ли реакция  ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^7_4\text{Be} + {}^1_0n$  экзотермической или эндотермической. Определить энергию ядерной реакции.
- Определить, выделяется или поглощается энергия при ядерной реакции  ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^{17}_8\text{O}$ . Массы ядер, участвующих в реакции:  $m({}^{14}_7\text{N}) = 2,3253 \cdot 10^{-26}$  кг,  $m({}^4_2\text{He}) = 6,6467 \cdot 10^{-27}$  кг,  $m({}^1_1\text{H}) = 1,6737 \cdot 10^{-27}$  кг,  $m({}^{17}_8\text{O}) = 2,8229 \cdot 10^{-26}$  кг.

### Раздел 5. Взаимодействие ядерных излучений с веществом.

- Определить возраст древних деревянных предметов, у которых удельная активность  ${}^{14}\text{C}$  составляет  $3/5$  удельной активности этого же нуклида в только что срубленных деревьях.
- Найти максимальный угол, на который может отклониться альфа частица при упругом соударении со свободным электроном.
- Оценить пробег альфа частицы в свинце, если её пробег в алюминии равен 17мкм.

### Раздел 6. Радиоактивные ряды. Детектирование ядерных излучений. Основы дозиметрии и радиационной безопасности.

- Определить, во сколько раз начальное количество ядер радиоактивного изотопа уменьшится за три года, если за один год оно уменьшилось в 4 раза. 5. Определить период полураспада радиоактивного изотопа, если  $5/8$  начального количества ядер этого изотопа распалось за время  $t = 849$  с.

- Постоянная радиоактивного распада изотопа  $^{210}_{82}\text{Pb}$  равна  $10^{-9}\text{с}^{-1}$ . Определить время, в течение которого распадется  $2/5$  начального количества ядер этого радиоактивного изотопа.
- Активность некоторого радиоактивного изотопа в начальный момент времени составляла 100 Бк. Определить активность этого изотопа по истечении промежутка времени, равного половине периода полураспада.

*Типовые задания при выполнении лабораторных работ:*

Раздел 3. Экспериментальные методы исследования ядер и элементарных частиц

Лабораторная работа, название	Цель лабораторной работы	Задачи лабораторной работы
Магнитный резонанс	Изучение кантовых переходов внутри зеемановского мультиплета.	Оценка величины магнитного момента электрона
Статистические закономерности в ядерной физике.	Изучение метода гистограмм.	Построение статистической модели флуктуаций радиационного фона в лаборатории. Оценка достоверности модели по критерию Хи - квадрат.

Раздел 4. Радиоактивные излучения. Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях.

№	Лабораторная работа, название	Цель лабораторной работы	Задачи лабораторной работы
1	Камера Вильсона	Изучение метода регистрации ионизирующих частиц по их трекам в камере Вильсона (высокотемпературной диффузионной камере).	Оценка энергии альфа- и бета- частиц по длине треков.
2	Фотоэффект	Изучение законов сохранения в микромире	Оценка постоянной Планка.

Раздел 5. Взаимодействие ядерных излучений с веществом.

№	Лабораторная работа, название	Цель лабораторной работы	Задачи лабораторной работы
1	Исследование фона космического излучения.	Исследование влияние толщины защитных экранов на интенсивность космического излучения.	<b>Экспериментальная оценка</b> статистических моментов космического излучения.

Раздел 6. Радиоактивные ряды. Детектирование ядерных излучений. Основы дозиметрии и радиационной безопасности.

№	Лабораторная работа, название	Цель лабораторной работы	Задачи лабораторной работы
1	Детектирование частиц в магнитном поле	Изучение движения заряженных частиц в электрическом и магнитном полях.	Определение заряда частицы, по траектории движения в магнитном поле.
2	Камера Вильсона	Изучение метода регистрации ионизирующих частиц по их трекам в камере Вильсона (высокотемпературной диффузионной камере).	Определение концентрации радона в атмосфере; оценка радиационной обстановки в лаборатории.
3	Исследование фона космического излучения.	Изучение принципов работы счетчика Гейгера-Мюллера. Изучение свойств распределения Пуассона.	Оценка величины радиационного фона лаборатории.

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

*Примерный перечень вопросов к экзамену:*

1. Размер ядра и атома. Нуклоны. Заряд, энергии связи электронов и нуклонов.
2. Масса протона и нейтрона. Дефект массы. Удельная энергия связи как функция атомного числа.
3. Закон сохранения барионного числа. Асимметрия барионного заряда.
4. Стабильность нуклонов и ядер. Долина стабильности.
5. Спин и магнитный момент ядер. Ядерный g-фактор.
6. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Частоты.
7. Свойства и обменный характер ядерных сил. Пи-мезоны. Потенциал Юкавы.
8. Строение нуклонов. Кварки. Глюоны. Партоны.
9. Квадрупольный электрический момент ядра. Ядерный квадрупольный резонанс (ЯКР).
10. Закон радиоактивного распада. Активность источника. Беккерель.

11. Альфа-распад. Основные свойства. Квантовая теория.
12. Бета-распад. Основные свойства. Бета – спектр.
13. Нарушение четности при слабых взаимодействиях.
14. Гамма-излучение возбужденных радиоактивных ядер. Проникающая способность.
15. Радиоактивные семейства (ряды). Радон и его свойства.
16. Механизмы потери энергии тяжелых заряженных частиц. Пробег альфа-частиц в веществе.
17. Механизмы потери энергии легких заряженных частиц. Пробег бета-частиц в веществе.
18. Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Линейный коэффициент ослабления как функция энергии.
19. Взаимодействие нейтронов с веществом. Тепловые, медленные и быстрые нейтроны. Нейтронография.
20. Ионизационные детекторы ядерных излучений. Счетчик Гейгера – Мюллера. Полупроводниковые детекторы.
21. Детектирование ядерных излучений. Камера Вильсона.
22. Детектирование ядерных излучений. Счетчик Вавилова – Черенкова.
23. Характеристики поля радиоактивного излучения. Флюэнс, плотность потока части и энергии.
24. Дозовые единицы радиоактивного облучения. Поглощенная доза (грей, рад). Мощность дозы. Экспозиционная доза (Рентген).
25. Действие различных видов излучения на человека. Коэффициент качества излучения. Эквивалентная доза (зиверт, бэр).
26. Законы сохранения в ядерных реакциях.
27. Ядерная энергетика. Деление ядер. Синтез ядер.
28. Стандартная модель элементарных частиц. Кварки. *Классификация кварков. Взаимодействие кварков. Суперструны.*
29. *Бозон Хиггса.*

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85

Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков	удовлетворительного уровня	неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **Основная литература**

1. Капуткин, Д. Е. Физика : Оптика. Атомная и ядерная физика. Ч. 3 : учебное пособие / Д. Е. Капуткин, В. В. Пташинский, Ю. А. Рахштадт ; под. ред. Ю. А. Рахштадта. - Москва : Изд. Дом МИСиС, 2014. - 103 с. - ISBN 978-5-87623-742-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1226922>.
2. Общая физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц : учебно-методическое пособие для бакалавров направления подготовки 03.03.02 «Физика» (профиль «Физика конденсированного состояния вещества») и 44.03.01 «Педагогическое образование» (профиль «Физическое образование») / Н. И. Анисимова, Ю. А. Гороховатский, Е. А. Карулина [и др.] ; под общ. ред. проф. Ю. А. Гороховатского. — Санкт-Петербург : Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2018. - 183 с. - ISBN 978-5-8064-2540-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1172117>

### **Дополнительная литература**

1. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика : [учеб. пособие для вузов] / Д. В. Сивухин. - Москва : Наука, 1986 - . - Текст : непосредственный. Ч. 2 : Ядерная физика. - 1989. - 416 с. -НА
2. Ишханов, Б. С. Частицы и атомные ядра: учеб. для вузов / Б. С. Ишханов, И. М. Капитонов, Н. П. Юдин ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Кн. Дом ЛИБРОКОМ, 2013. - 582 с. : ил., табл. - (Классический университетский учебник). – НА.
3. Пец А.В. Введение в ядерную физику [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / А.В. Пец. - Калининград : Изд-во БФУ им. И. Канта, 2016. – 101с.: рис., табл. – (30).
4. Иродов, И. Е. Сборник задач по общей физике : [Для втузов] / И. Е. Иродов, И. В. Савельев, О. И. Замша; Под ред. И. В. Савельева. - , 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Наука, 1975. - 319 с. : ил. - 0.68 р. - Текст : непосредственный

## **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА

- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Аудитория 413 «Лаборатория атомной физики, физики атомного ядра и элементарных частиц». Основное материально-техническое обеспечение лаборатории указано в таблице:

№	Оборудование
1	Персональные компьютеры и ноутбуки с программным обеспечением необходимым для проведения экспериментов и обработки физических величин
2	Лабораторная установка по детектированию и изучению движения заряженных частиц в магнитном поле
3	Камера Вильсона
4	Лабораторная установка по измерению контактной разности потенциалов
5	Спектральные источники излучения (водород, ртуть, натрий, ...)
6	Лабораторная установка по изучению магнитного резонанса

7	Лабораторная установка по изучению потенциалов возбуждения атомов аргона
8	Лабораторная установка по изучению спектра водорода
9	Лабораторная установка по определению поправки Ридберга щелочных атомов
10	Лабораторная установка по определению постоянной тонкой структуры по спектру натрия
11	Цифровые спектрометры EnSpectr (2 экз.), с образовательной версией программного обеспечения.
12	Лабораторная установка по изучению космического излучения с помощью счетчика Гейгера-Мюллера
13	Камера Вильсона
14	Лабораторная установка по изучению законов фотоэффекта
15	Компаратор по обработке фотографий атомных и молекулярных спектров
16	Призмный универсальный спектрометр УМ1

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

### **1. Наименование дисциплины – «Квантовая теория».**

**Цель** дисциплины «Квантовая теория» - углубление и расширение знаний о строении материи и о наличии глубокой связи между физикой макро- и микромира.

**Задачами** дисциплины являются изучение основных способов описания состояний квантовых объектов и выяснение связи теории и эксперимента в микромире.

### ***2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.***

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<b>Код и содержание компетенции</b>	<b>Результаты освоения образовательной программы</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
-------------------------------------	--	--

<p>ОПК-1. Способен использовать знания в области физики, математики и инженерии для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p>ОПК-1.1. Демонстрирует знания законов физики и математического аппарата. ОПК-1.2. Решает физические и инженерные задачи, используя математический аппарат. ОПК-1.3. Решает задачи профессиональной деятельности через решение фундаментальных физических и инженерных задач.</p>	<p><b>Знать:</b> основные постулаты квантовой механики, способы отображения в абстрактном пространстве состояний квантовых систем и их интерпретацию, математический аппарат и основные уравнения квантовой теории. <b>Уметь:</b> решать типовые задачи квантовой теории, объяснять строение и свойства квантовых систем. <b>Владеть:</b> навыками описания динамики и свойств простейших квантовых систем.</p>
<p>ОПК-2. Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.</p>	<p>ОПК-2.1. Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из области физико-математических наук и инженерии. ОПК-2.2. Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии. ОПК-2.3. Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b> Современные методы и подходы в инженерии, применимые для проектирования решений научно-исследовательских задач <b>Уметь:</b> проводить поиск и анализ научно-технической информации для выявления актуальных исследовательских проблем <b>Владеть:</b> Способностью интегрировать знания из квантовой теории для решения практических задач в различных сферах деятельности.</p>

### **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Квантовая теория» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

### **4. Виды учебной работы по дисциплине.**

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством

электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий.

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Основные понятия квантовой теории.	<i>Гипотезы Планка, Бора, Эйнштейна, де Бройля. Волновая функция и принцип суперпозиции. Вероятностная интерпретация волновой функции. Собственные значения и собственные функции операторов. Дискретный и непрерывный спектры. Свойства собственных векторов, их полнота. Разложение векторов состояний по системе собственных векторов наблюдаемой. Нормировка собственных векторов в случаях дискретного и непрерывного спектров. Средние значения физических величин. Принцип неопределенностей. Каноническое преобразование. Принцип суперпозиции и представление динамических состояний векторами гильбертова пространства.</i>
2	Тема 2. Эволюция состояний квантовых систем.	<i>Оператор Гамильтона. Нерелятивистское приближение. Уравнение Шредингера, уравнение неразрывности, плотность вероятности, стационарные состояния. Квантовое уравнение движения Гейзенберга. Изменение средних значений физических величин с течением времени. Интегралы движения, их связь с симметрией систем. Представления Шредингера, Гейзенберга, взаимодействия. Чистый ансамбль, чистое состояние. Смешанный ансамбль, смешанные состояния, статистический оператор, матрица плотности. Средние значения физических величин для смешанного ансамбля. Уравнение Неймана.</i>

3	Тема 3. Точно решаемые задачи квантовой теории.	Задача о гармоническом осцилляторе. Вторичное квантование, операторы рождения и уничтожения бозонов. Теория углового момента. Обице закономерности движения частицы в центрально-симметричном поле. Теория атома водорода.
4	Тема 4. Спин.	Опыты Штерна и Герлаха, гипотеза Гаудсмита и Уленбека. Спин электрона, оператор спина, спиновые функции. Матрицы Паули, уравнение Паули. Спин-гамильтониан.
5	Тема 5. Приближённые методы квантовой теории.	Квазиклассическое приближение. Метод ВКБ. Теория возмущений. Вариационный принцип для энергии и уравнения Эйлера. Прямой вариационный метод Ритца. Нестационарная теория возмущений. Квантовые переходы под действием возмущения. Полуклассический подход в теории взаимодействия излучения с веществом. Поглощение и индуцированное излучение. Дипольное приближение. Правила отбора. Мультипольные переходы. Квантование электромагнитного поля.
6	Тема 6. Системы многих частиц.	Принцип тождественности частиц. Оператор Гамильтона системы тождественных частиц, его инвариантность относительно перестановок частиц. Операторы и волновые функции многоэлектронных систем, принцип антисимметрии. Атом. Периодическая система элементов Менделеева. Химическая связь в молекуле водорода. Метод Гайтлера-Лондона.

**6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Основные понятия квантовой теории.	Вероятностная интерпретация волновой функции. Основы квантовой теории измерений. Собственные значения и собственные функции операторов. Средние значения физических величин. Соотношение неопределенностей. Каноническое преобразование. Принцип суперпозиции и представление динамических состояний векторами гильбертова пространства.

2	Тема 2. Эволюция состояний квантовых систем.	<p>Уравнение Шредингера, уравнение неразрывности, плотность вероятности, стационарные состояния</p> <p>Изменение средних значений физических величин с течением времени. Интегралы движения, их связь с симметрией систем.</p> <p>Представления Шредингера, Гейзенберга, взаимодействия.</p> <p>Чистый ансамбль, чистое состояние. Смешанный ансамбль, смешанные состояния, статистический оператор, матрица плотности. Уравнение Неймана.</p>
3	Тема 3. Точно решаемые задачи квантовой теории.	<p>Задача о гармоническом осцилляторе.</p> <p>Общие закономерности движения частицы в центрально-симметричном поле.</p> <p>Теория атома водорода.</p>
4	Тема 4. Спин.	<p>Опыты Штерна и Герлаха по измерению магнитного момента атома.</p> <p>Спин электрона, оператор спина электрона, спиновые функции, матрицы</p>
5	Тема 5. Приближённые методы квантовой теории.	<p>Квазиклассическое приближение. Метод ВКБ.</p> <p>Стационарная теория возмущений.</p> <p>Вариационный принцип для энергии и уравнения Эйлера. Прямой вариационный метод Рунца.</p> <p>Нестационарная теория возмущений.</p> <p>Квантовые переходы под действием возмущения.</p> <p>Взаимодействие излучения с веществом.</p> <p>Квантование электромагнитного поля.</p>

6	Тема 6. Системы многих частиц.	Операторы и волновые функции многоэлектронных систем, принцип антисимметрии. Атом. Периодическая система элементов Менделеева. Химическая связь в молекуле водорода. Метод Гайтлера-Лондона.
---	--------------------------------	---

Рекомендуемая тематика практических занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 1. Основные понятия квантовой теории.	Математический аппарат квантовой теории.
2	Тема 2. Эволюция состояний квантовых систем.	Уравнение Шрёдингера, стационарные состояния. Интегралы движения, законы сохранения.
3	Тема 3. Точно решаемые задачи квантовой теории.	Частица в прямоугольном потенциальном ящике. Гармонический осциллятор. Атом водорода.
4	Тема 4. Спин.	Спиновая поляризация. Фильтр Штерна-Герлаха. Сфера Блоха.
5	Тема 5. Приближённые методы квантовой теории.	Квазиклассическое приближение. Стационарная теория возмущений простого спектра. Стационарная теория возмущений при наличии вырождения. Вариационный принцип для энергии. Прямой вариационный метод Рунца.
6	Тема 6. Системы многих частиц.	Принцип антисимметрии. Построение многоэлектронных волновых функций.

### Требования к самостоятельной работе студентов

1. При подготовке к лекционным занятиям студенту рекомендуется повторное ознакомление с пройденными ранее темами, касающимися тематики предстоящей лекции. Это освежит в памяти ключевые понятия и законы, необходимые для успешного освоения нового материала.

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:

*Уравнение Шрёдингера, уравнение неразрывности, плотность вероятности, стационарные состояния. Изменение средних значений физических величин с течением времени. Интегралы движения, их связь с симметрией систем. Представления Шрёдингера, Гейзенберга, взаимодействия. Чистый ансамбль, чистое состояние. Смешанный ансамбль, смешанные состояния, статистический оператор, матрица плотности. Уравнение Неймана. Стационарная теория возмущений. Вариационный принцип для энергии и уравнения Эйлера. Нестационарная теория возмущений. Квантовые переходы под действием возмущения. Операторы и волновые функции многоэлектронных систем, принцип антисимметрии.*

2. При подготовке к практическим занятиям по определенной теме дисциплины, прежде всего, необходимо повторить изученный ранее теоретический материал, касающийся понятий и законов, рассматриваемых в данной теме.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-

педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

### ***7. Методические рекомендации по видам занятий***

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## **8. Фонд оценочных средств**

### **8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины**

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1. Основные понятия квантовой теории.</i>	<i>ОПК-1, ОПК-2</i>	<i>Тестирование, решение задач.</i>
<i>Тема 2. Эволюция состояний квантовых систем.</i>	<i>ОПК-1, ОПК-2</i>	<i>Тестирование, решение задач.</i>
<i>Тема 3. Точно решаемые задачи квантовой теории.</i>	<i>ОПК-1, ОПК-2</i>	<i>Тестирование, решение задач.</i>
<i>Тема 4. Спин.</i>	<i>ОПК-1, ОПК-2</i>	<i>Тестирование, решение задач.</i>
<i>Тема 5. Приближённые методы квантовой теории.</i>	<i>ОПК-1, ОПК-2</i>	<i>Тестирование, решение задач.</i>
<i>Тема 6. Системы многих частиц.</i>	<i>ОПК-1, ОПК-2</i>	<i>Тестирование, решение задач.</i>

### **8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля**

*Типовые тестовые задания:*

*По теме 1. Основные понятия квантовой теории.*

1. Время жизни электрона в метастабильном состоянии  $\sim 10^{-3}$ с. Какой будет ширина метастабильного уровня (в эВ), если учесть, что постоянная Планка  $\hbar = 6,6 \cdot 10^{-16}$

эВ \* с ?

$6,6 * 10^{-19}$
$6,6 * 10^{-13}$
$1,5 * 10^{-13}$
$1,5 * 10^{-19}$

2. Положение пылинки массой  $m = 1$  мкг определено с точностью  $\Delta x \sim 0,1$  мкм. Какой будет неопределенность скорости  $\Delta V_x$  (в м/с), если учесть, что постоянная Планка  $\hbar = 1,05 * 10^{-34}$  Дж \* с ?

$1,05 * 10^{-21}$
$1,05 * 10^{-24}$
$1,05 * 10^{-18}$
$1,05 * 10^{-27}$

3. Положение атома углерода в кристаллической решетке алмаза определено с точностью  $\Delta x = 0,05$  нм. Какой будет неопределенность скорости  $\Delta V_x$  (в м/с) этого атома, если учесть, что постоянная Планка  $\hbar = 1,05 * 10^{-34}$  Дж \* с, а масса атома углерода  $m = 1,99 * 10^{-26}$  кг?

106
1,06
0,943
9,43

4. Какой вид имеет стационарное уравнение Шредингера для линейного гармонического осциллятора в координатном представлении?

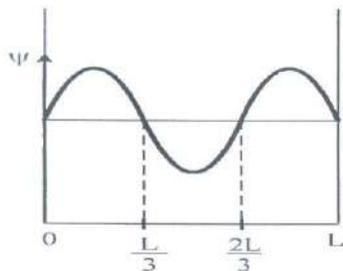
$\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} E\psi = 0$
$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left( E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2} \right) \psi = 0$
$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E\psi = 0$
$\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left( E + \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) \psi = 0$

## К теме 2. Эволюция состояний квантовых систем.

1. Какой вид имеет уравнение Шредингера для нерелятивистской частицы, движущейся в нестационарном потенциальном поле?

$\left[ -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta + U(x, y, z, t) \right] \Psi = i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t}$
$\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\eta^2} E \psi = 0$
$\Delta \psi + \frac{2m}{\eta^2} \left( E + \frac{Ze^2}{4\pi \epsilon_0 r} \right) \psi = 0$
$\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\eta^2} \left( E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2} \right) \psi = 0$

2. Какова вероятность обнаружить электрон на участке  $\frac{L}{3} < x < \frac{2L}{3}$  одномерной прямоугольной потенциальной ямы с бесконечно высокими стенками, если его  $\psi$ -функция имеет вид, указанный на рисунке?



1/3
2/3
1/2
5/6

**К теме 3.** Точно решаемые задачи квантовой теории.

1. Каким соотношением связаны средние значения кинетической и потенциальной энергии линейного гармонического осциллятора?

$T=U$
$T=U/2$
$1/2T=U$
$T=-U$

Пусть  $\Psi_n, \Psi_m$  - точные решения уравнения  $\hat{H}\Psi = E\Psi$  и  $\langle \Psi_n | \Psi_m \rangle = \delta_{nm}$ . Пусть также  $\hat{L}$  - оператор, не коммутирующий с  $\hat{H}$ . Какое из приведённых ниже тождеств для этих операторов правильное?

**К теме 4.** Спин.

1. Состояние системы удобно описывать статистическим оператором (матрицей плотности)  $P_\psi = |\psi\rangle\langle\psi|$ . Какой вид будет иметь спиновый оператор (матрица)  $P_\psi$  для частицы со спином 1/2, если  $|\psi\rangle = \alpha|1/2\rangle + \beta|-1/2\rangle$ ?

$P_\psi =  \alpha ^2  1/2\rangle\langle 1/2  +  \beta ^2  -1/2\rangle\langle -1/2 $
$P_\psi = \begin{pmatrix}  \alpha ^2 & \alpha\beta^* \\ \beta\alpha^* &  \beta ^2 \end{pmatrix}$
$P_\psi =  \alpha ^2  1/2\rangle\langle 1/2  +  \beta ^2  -1/2\rangle\langle -1/2  + \alpha\beta^*  1/2\rangle\langle -1/2  + \beta\alpha^*  -1/2\rangle\langle 1/2 $
$P_\psi = \alpha\beta^*  1/2\rangle\langle -1/2  + \beta\alpha^*  -1/2\rangle\langle 1/2 $

2. Две частицы со спином  $1/2$  приготовлены в перепутанном состоянии  $|\text{ENT}\rangle = \alpha|1/2, -1/2\rangle + \beta|-1/2, 1/2\rangle$ , где  $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$ . В каком состоянии находится каждая частица?

Каждая из частиц не находится в определённом состоянии.
Первая частица с вероятностью $ \alpha ^2$ находится в состоянии $ 1/2\rangle$ , а вторая частица с вероятностью $ \beta ^2$ находится в состоянии $ -1/2\rangle$ .
Первая частица с вероятностью $ \beta ^2$ находится в состоянии $ -1/2\rangle$ , а вторая частица с вероятностью $ \alpha ^2$ находится в состоянии $ 1/2\rangle$ .
Вероятность обнаружить (детектировать) первую частицу в состоянии $ 1/2\rangle$ , а вторую частицу в состоянии $ -1/2\rangle$ равна $ \alpha ^2$ .

3. Две частицы со спином  $1/2$  приготовлены в перепутанном состоянии  $|\text{ENT}\rangle = \alpha|1/2, -1/2\rangle + \beta|-1/2, 1/2\rangle$ , где  $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$ . Первая частица была спроектирована (детектирована) в состояние  $|1/2\rangle$ . В каком состоянии окажется вторая частица?

состоянии $ -1/2\rangle$ .
состоянии $ 1/2\rangle$ .
состоянии $\alpha -1/2\rangle + \beta 1/2\rangle$
состоянии $\alpha 1/2\rangle + \beta -1/2\rangle$

4. Пучок частицы со спином  $1/2$ , полностью изолированный в направлении оси  $y$ , падает на фильтр Штеона-Герлаха, ориентированный вдоль оси  $z$ . Что произойдет при этом?

пройдёт полностью.
полностью не пройдёт.
пройдёт половина пучка.

1. Для двухатомной молекулы  $A_2$ , в которой у каждого из атомов имеется по одной орбитали, МО можно записать в виде:

$$\psi = c_1\varphi_1 + c_2\varphi_2.$$

Решив соответствующую систему уравнений, получаем:

$$E_1 = (E_0 + \beta)/(1+S), \quad \psi_1 = (\varphi_1 + \varphi_2)/\sqrt{2(1+S)},$$

$$E_2 = (E_0 - \beta)/(1-S), \quad \psi_2 = (\varphi_1 - \varphi_2)/\sqrt{2(1-S)},$$

где  $E_0$  – энергия изолированных атомов,  $\beta = \langle \varphi_1 | F | \varphi_2 \rangle$  - обменный интеграл,  $S = \langle \varphi_1 | \varphi_2 \rangle$  - интеграл перекрывания.

Какая из

полученных МО соответствует меньшей энергии?

$\psi_2$
$\psi_1$
$\psi_1$ и $\psi_2$

2. Молекулярная орбиталь этилена в приближении Хюккеля представляется в виде суммы двух нормированных атомных орбиталей  $2p_z$  углерода (ось  $z$  перпендикулярна плоскости молекулы):  $\psi = C_1\chi_1 + C_2\chi_2$ . Вычисленные коэффициенты позволяют записать молекулярные орбитали в виде:

$$\psi_1 = 1/\sqrt{2} (\chi_1 + \chi_2)$$

$$\psi_2 = 1/\sqrt{2} (\chi_1 - \chi_2)$$

МО  $\psi_1$  и  $\psi_2$  являются .....

нормированными
ортонормированными
ортогональными

3. Каков физический смысл поправки к энергии в первом порядке стационарной теории возмущений?

Вероятность перехода из основного состояния в первое возбуждённое.
Среднее значение энергии возбуждения в невозмущённом состоянии.
Вероятность найти систему в основном состоянии.

4. При расчёте энергии вариационным методом пробная функция была выбрана в виде  $\psi(x) = c_1\varphi_1(x) + c_2\varphi_2(x)$ , где  $c_i$  – вариационные параметры. Оптимальные значения параметров получились равными  $c_1^{\text{опт}} = c_2^{\text{опт}} = 1/\sqrt{2}$ . При дальнейшем уточнении расчёта этой же системы с пробной функцией вида  $\Phi(x) = c_1\varphi_1(x) + c_2\varphi_2(x) + c_3\varphi_3(x)$  оптимальные значения  $c_1^{\text{опт}}$  и  $c_2^{\text{опт}}$  не изменились, а  $c_3^{\text{опт}} = 0$ . Что бы это значило?

Функция $\varphi_3(x)$ ортогональна функциям $\varphi_1(x)$ и $\varphi_2(x)$ .
Функция $\varphi_3(x)$ не даёт вклада в энергию.
Функция $\varphi_3(x)$ является собственной функцией гамильтониана системы.

5. При переходах электрона в атоме с одного уровня на другой закон сохранения момента импульса накладывает определенные ограничения (правило отбора). Какие переходы являются запрещенными, если система энергетических уровней атома водорода имеет вид, представленный на рисунке?

$2s - 1s$
$4s - 3p$
$2p - 1s$
$4s - 3d$

**К теме 6. Системы многих частиц.**

1. Пусть  $\psi_i(x)$  являются нормированными на единицу одночастичными волновыми функциями. Какой вид будет иметь нормированная волновая функция системы из трёх тождественных фермионов?

$\psi(1, 2, 3) = \frac{1}{\sqrt{6}} \{ \psi_1(1) \times \psi_2(2) \times \psi_3(3) + \psi_2(1) \times \psi_3(2) \times \psi_1(3) + \psi_3(1) \times \psi_1(2) \times \psi_2(3) \pm \psi_1(1) \times \psi_3(2) \times \psi_2(3) - \psi_3(1) \times \psi_2(2) \times \psi_1(3) + \psi_2(1) \times \psi_1(2) \times \psi_3(3) \}$
$\psi(1, 2, 3) = \frac{1}{\sqrt{6}} \{ \psi_1(1) \times \psi_2(2) \times \psi_3(3) + \psi_2(1) \times \psi_3(2) \times \psi_1(3) + \psi_3(1) \times \psi_1(2) \times \psi_2(3) \pm \psi_1(1) \times \psi_3(2) \times \psi_2(3) + \psi_3(1) \times \psi_2(2) \times \psi_1(3) - \psi_2(1) \times \psi_1(2) \times \psi_3(3) \}$
$\psi(1, 2, 3) = \frac{1}{\sqrt{6}} \{ \psi_1(1) \times \psi_2(2) \times \psi_3(3) - \psi_2(1) \times \psi_3(2) \times \psi_1(3) - \psi_3(1) \times \psi_1(2) \times \psi_2(3) \pm \psi_1(1) \times \psi_3(2) \times \psi_2(3) + \psi_3(1) \times \psi_2(2) \times \psi_1(3) + \psi_2(1) \times \psi_1(2) \times \psi_3(3) \}$
$\psi(1, 2, 3) = \frac{1}{\sqrt{6}} \{ \psi_1(1) \times \psi_2(2) \times \psi_3(3) + \psi_2(1) \times \psi_3(2) \times \psi_1(3) + \psi_3(1) \times \psi_1(2) \times \psi_2(3) \pm \psi_1(1) \times \psi_3(2) \times \psi_2(3) - \psi_3(1) \times \psi_2(2) \times \psi_1(3) - \psi_2(1) \times \psi_1(2) \times \psi_3(3) \}$

2. Чему равна мультиплетность состояния, описываемого однодетерминатной волновой функцией N-электронной системы с конфигурацией замкнутой оболочки?

S=0
S=1
S=2

### Перечень тем практических занятий

#### К теме 1. Основные понятия квантовой теории.

1. Возвести в квадрат оператор  $\frac{d}{dx} + x$ .
2. Найти оператор, переводящий функцию  $\psi(x)$  в функцию  $\psi(x + a)$ .
3. Найти оператор, сопряженный оператору  $\frac{d}{dx}$ .
4. Найти оператор, сопряженный произведению операторов  $\hat{A}$  и  $\hat{B}$ .
5. Доказать соотношение  $e^{\hat{L}}\hat{a}e^{-\hat{L}} = \hat{a} + \frac{1}{1!}[\hat{L}, \hat{a}] + \frac{1}{2!}[\hat{L}, [\hat{L}, \hat{a}]] + \dots$ ,  
где  $[\hat{L}, \hat{a}]$  – коммутатор.  
Указание: Рассмотреть оператор  $\hat{a}(\eta)$ ,  
зависящий от параметра  $\eta$ :  $\hat{a}(\eta) = e^{\eta\hat{L}}\hat{a}e^{-\eta\hat{L}}$ , и найти  
дифференциальное уравнение, которому удовлетворяет  $\hat{a}(\eta)$ .
6. Перейти от классической скобки Пуассона к квантовой, считая,  
что ее свойства, в частности соотношение  $(f, g, \varphi) = g(f, \varphi) +$   
 $(f, g)\varphi$  сохраняется и для операторов. Здесь  $(f, g)$  – скобка Пуассона.
7. Рассмотреть следующие операторы:
  - 1) Отражения (инверсии)  $\hat{I}$ :  $\hat{I}\psi(x) \equiv \psi(-x)$ ;
  - 2) Сдвига  $\hat{T}_a$ :  $\hat{T}_a\psi(x) \equiv \psi(x + a)$ ;
  - 3) Изменения масштаба  $\hat{M}_c$ :  $\hat{M}_c\psi(x) \equiv \sqrt{c}\psi(cx), c > 0$ ;
  - 4) Комплексного сопряжения  $\hat{K}$ :  $\hat{K}\psi(x) \equiv \psi^*(x)$ ;
  - 5) Перестановки координат двух частиц  $\hat{P}_{12}$ :  
 $\hat{P}_{12}\psi(x_1, x_2) \equiv \psi(x_2, x_1)$ .

Являются ли эти операторы линейными? Найти вид операторов,

которые по отношению к ним являются:

- а) эрмитово сопряженными;
- б) обратными.

8. Операторы  $\hat{A}$  и  $\hat{B}$  эрмитовы,  $\hat{L}$  - произвольный линейный оператор. Показать эрмитовость следующих операторов:

- 1)  $\hat{L}^+ \hat{L}$  и  $\hat{L} \hat{L}^+$
- 2)  $\hat{L} + \hat{L}^+$
- 3)  $i(\hat{L} - \hat{L}^+)$
- 4)  $\hat{L} \hat{A} \hat{L}^+$
- 5)  $\hat{A} \hat{B} + \hat{B} \hat{A}$
- 6)  $i(\hat{A} \hat{B} - \hat{B} \hat{A})$

**К теме 2. Эволюция состояний квантовых систем.**

1. Показать, что произвольный оператор  $\hat{L}$  можно представить в

виде  $\hat{L} = \hat{A} + i\hat{B}$ , где  $\hat{A}$  и  $\hat{B}$  - эрмитовы операторы.

2. Выразить коммутаторы  $[\hat{A}, \hat{B}\hat{C}]$  и  $[\hat{A}\hat{B}, \hat{C}]$  через коммутаторы  $[\hat{A}, \hat{B}]$ ,  $[\hat{A}, \hat{C}]$ ,  $[\hat{B}, \hat{C}]$ .

3. Предполагая  $\lambda$  малой величиной, найти разложение оператора  $(\hat{A} - \lambda\hat{B})^{-1}$  по степеням  $\lambda$ .

4. Оператор вида  $\hat{F} = F(\hat{f})$ , где  $F(z)$  - функция от  $z$ , разложимая в ряд  $F(z) = \sum_n c_n z^n$ , следует понимать как оператор, равный  $\hat{F} = \sum_n c_n \hat{f}^n$ . Используя это определение. Найти явный вид следующих операторов:

- 1)  $e^{ia\hat{I}}$
- 2)  $\hat{T}_a \equiv e^{a\frac{d}{dx}}$
- 3)  $\hat{L}_a \equiv e^{ax\frac{d}{dx}}$

где  $a$  - вещественный параметр,  $\hat{I}$  - оператор инверсии.

5. Доказать тождество Вейля:  $e^{\hat{A}+\hat{B}} = e^{-\frac{1}{2}[\hat{A},\hat{B}]} e^{\hat{A}} e^{\hat{B}}$ , если  $[\hat{A}, [\hat{A}, \hat{B}]] = [\hat{B}, [\hat{A}, \hat{B}]] = 0$ .

6. Для трех операторов  $\hat{A}, \hat{B}, \hat{C}$ ; скаляра  $k$ , если  $[\hat{A}, \hat{B}] = i\hat{C}$  и  $[\hat{A}, \hat{C}] = -i\hat{B}$ , то

$$e^{-ik\hat{A}} \hat{B} e^{ik\hat{A}} = \hat{B} \cos k + \hat{C} \sin k,$$

$$e^{-ik\hat{A}} \hat{C} e^{ik\hat{A}} = \hat{C} \cos k - \hat{B} \sin k.$$

Кроме того, если  $[\hat{A}, \hat{B}] = 0$ , то  $e^{-ik\hat{A}} \hat{B} e^{ik\hat{A}} = \hat{B}$ .

7. В теории ядерного магнитного резонанса часто полезна формула  $\exp(\hat{U}\hat{A}\hat{U}^{-1}) = \hat{U}\exp(\hat{A})\hat{U}^{-1}$ , которая легко доказывается разложением экспоненты в ряд.

8. Эрмитов оператор  $\hat{F}$  имеет  $N$  различных собственных значений. Показать, что оператор  $\hat{F}^N$  линейно выражается через операторы  $\hat{1}, \hat{F}, \hat{F}^2, \dots, \hat{F}^{N-1}$

**К теме 3. Точно решаемые задачи квантовой теории.**

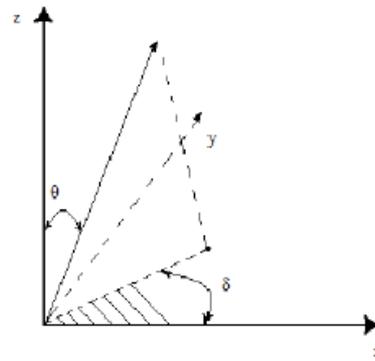
1. Решить задачу о линейном гармоническом осцилляторе в представлении Шредингера и представлении Гейзенберга.
2. Найти явный вид операторов  $\hat{p}_x$  и  $\hat{x}$ – представлении.
3. Найти волновые функции в  $x$ -представлении и  $p$ -представлениях для частицы, локализованной в точке  $x_0$ , и для частицы, движущейся с определенным импульсом  $p_0$ .
4. Найти распределение вероятности различных значений импульса для основного состояния частицы, находящейся в бесконечно глубокой прямоугольной потенциальной яме.
5. Покажите, что среднее значение любого эрмитова оператора больше его наименьшего собственного значения или равно ему.
6. Показать, что среднее значение импульса в стационарном состоянии дискретного спектра равно нулю.
7. Указать, каким из операторов: энергии, момента количества движения, импульса и четности будут соответствовать интегралы движения для свободной частицы.
8. Определить средний потенциал поля, создаваемый ядром и электроном в основном состоянии атома водорода.

**К теме 4. Спин.**

1. Изобразить базисные и суперпозиционные состояния спина  $\frac{1}{2}$  на сфере Блоха.

2. Для более детального описания спиновых состояний частиц со спином  $\frac{1}{2}$  часто вводят в рассмотрение так называемый вектор поляризации  $\vec{P}$ , компоненты которого определяются как средние значения соответствующих матриц Паули:  $P_i = \langle \hat{\sigma}_i \rangle$ , где  $i = x, y, z$ . Показать, что в спиновом состоянии наиболее общего вида  $|\chi\rangle = \begin{pmatrix} \cos\frac{\theta}{2} \\ e^{i\delta} \sin\frac{\theta}{2} \end{pmatrix}$  параметры  $\theta$  и  $\delta$  можно рассмотреть как полярные углы, определяющие направление вектора поляризации  $\vec{P}$ , причем  $\theta$  представляет собой угол между вектором  $\vec{P}$  и осью  $z$ , а относительная фаза  $\delta$  - азимутальный угол вектора  $\vec{P}$ :

3. Пучок частицы со спином  $\frac{1}{2}$ , полностью поляризованный в направлении оси  $y$ , падает на фильтр Штеона-Герлаха, ориентированный вдоль оси  $z$ . Что произойдет при этом?



4. Показать, что спиновая матрица

плотности для степенного ансамбля частиц со спином  $\frac{1}{2}$  может быть представлена в виде  $\rho = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1+P_z & P_x-iP_y \\ P_x+iP_y & 1-P_z \end{pmatrix}$ , где  $P_x, P_y, P_z$  - компоненты вектора поляризации ансамбля.

5. Найти зависимость от времени спиновой волновой функции и средних значений компонент вектора спина частицы со спином  $\frac{1}{2}$  и магнитным моментом  $\mu$ , находящейся в однородном стационарном магнитном поле.
6. Обобщить результат задачи 5 на случай нестационарного магнитного поля, направления которого остается неизменным (линейно поляризованного), т. е. поля вида  $\vec{H}(t) = H(t) \vec{n}_0$ .

7. Частица со спином  $\frac{1}{2}$  и магнитным моментом  $\mu$  находится в одномерном нестационарном магнитном поле  $H(t)$  вида  $H_x(t) = H_0 \cos \omega_0 t$ ,  $H_y(t) = H_0 \sin \omega_0 t$ ,  $H_z = H_1$ , где  $H_0, H_1, \omega_0$  – постоянные величины. При  $t = 0$  частица находится в состоянии с  $S_z = \frac{1}{2}$ . Найти вероятности различных значений  $S_z$  в момент времени  $t$ . Обратите внимание на резонансный характер зависимости вероятности «переворота» спина от частоты  $\omega_0$  в случае  $\left| \frac{H_0}{H_1} \right| \ll 1$ .

8. Собственный электрон помещен в полость, где имеется два магнитных поля: одно поле постоянное и однородное,  $\vec{H}_0$ , направленное по оси  $z$ ; другое поле  $\vec{H}'$ , вращается в плоскости  $xy$ :

$$\begin{aligned} H_x &= 0, & H_y &= 0, & H_z &= H_0 \\ H'_x &= H' \cos \omega t, & H'_y &= H' \sin \omega t, & H'_z &= 0. \end{aligned}$$

В момент времени  $t = 0$  спин электрона направлен по оси  $z$ ; в этот же момент включается поле  $\vec{H}'$ . Найти вероятность  $P$  обнаружение электрона, спин которого ориентирован против оси  $z$ , как функцию времени  $t$ .

9. В однородном магнитном поле, параллельном оси  $z$ , находится электрон. Измерения показали, что в момент времени  $t = 0$  спин электрона был направлен по оси  $x$ . Провести квантовомеханический расчет вероятности того, что электрон в момент  $t > 0$  будет в состоянии:

а) с  $S_x = \frac{1}{2}$ ;

б) с  $S_x = -\frac{1}{2}$ ;

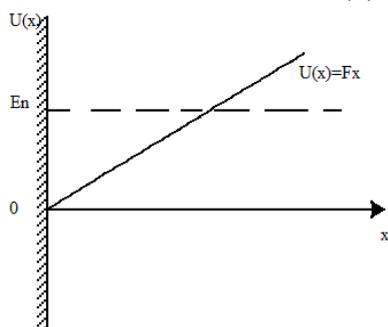
в) с  $S_z = \frac{1}{2}$ .

**К теме 5. Приближённые методы квантовой теории.**

1. В квазиклассическом приближении найти энергетический спектр линейного гармонического осциллятора.
2. Вычислить энергию связи  $\text{He}, \text{Li}^+, \text{Be}^{++}$  в их основном состоянии по теории возмущений.
3. Вычислить энергию связи  $\text{He}, \text{Li}^+, \text{Be}^{++}$  в их основном состоянии вариационным методом.
4. Заряженный линейный осциллятор подвергается воздействию нестационарного однородного электрического поля. Найти в первом порядке нестационарной теории

возмущений вероятности возбуждения различных его состояний.

5. В квазиклассическом приближении найти энергетический спектр частицы массой  $m$ , движущейся в потенциале вида  $U(x) = \begin{cases} \infty, & x \leq 0 \\ Fx, & x > 0 \end{cases}$



6. Доказать, что в центрально-симметричном поле в случае дискретного спектра минимальное значение энергии при заданном  $\ell$  ( $\ell$  - орбитальное квантовое число) растет с увеличением  $\ell$ .

7. Оценить энергию основного состояния частицы массой  $m$ , находящейся в потенциальном поле вида  $U(x) = \begin{cases} \infty, & x \leq 0 \\ cx, & x > 0 \end{cases}$ . В качестве вариационной функции выбрать функцию  $\psi(x) = cxe^{-Lx}$ .

8. Оценить энергию основного состояния трехмерного изотропного гармонического осциллятора, выбрав в качестве вариационной функции  $\varphi(r) = A(1 + Lr)e^{-Lr}$ .

9. Сравнить энергию основного состояния электрона в атоме водорода, вычислить ее вариационным методом с использованием двух приближенных функций:

$$1) \varphi_1 = A(1 + Lr)e^{-Lr}$$

$$2) \varphi_2 = Be^{-\frac{Lr^2}{2}}$$

10. Атом водорода помещен в электрическое однородное поле  $\vec{E}$ , направленное по оси OZ.

Найти расщепление уровня энергии, отвечающего главному квантовому числу  $n = 2$ .

11. Заряженный линейный осциллятор подвергается воздействию одномерного электрического поля, изменяющегося во времени по закону:

$$a) \mathcal{E}(t) = \mathcal{E}_0 e^{-\frac{t^2}{\tau^2}};$$

$$б) \mathcal{E}(t) = \mathcal{E}_0 e^{-\frac{t^2}{\tau^2}} \cos(\omega_0 t).$$

Считая, что до включения поля (при  $t \rightarrow -\infty$ ) осциллятор находится в  $n$ -м квантовом состоянии, найти в первом порядке теории возмущений вероятности возбуждения различных его состояний при  $t \rightarrow +\infty$ .

12. На плоский жесткий ротатор, имеющий дипольный момент  $\vec{d}$ , накладывается однородное, переменное во времени электрическое поле  $\vec{\mathcal{E}}(t) = \mathcal{E}(t)\vec{n}_0$ . До включения поля ротатор имел определенное значение энергии и проекции момента. Вычислить в первом порядке ТВ вероятности различных значений проекции момента и энергии ротатора при  $t \rightarrow$

$+\infty$ . Рассмотреть поле  $\vec{\mathcal{E}}(t) = \mathcal{E}(t)\vec{n}_0$  изменяющееся по закону:

а)  $\mathcal{E}(t) = \mathcal{E}_0 e^{-\frac{t^2}{\tau^2}}$ ;

б)  $\mathcal{E}(t) = \mathcal{E}_0 e^{-\frac{t^2}{\tau^2}} \cos(\omega_0 t)$

### К теме 6. Системы многих частиц.

1. Покажите, что **однодетерминатная волновая функция для основного состояния N-электронной системы с конфигурацией замкнутой оболочки является синглетной функцией.**
2. Дана несимметричная функция  $\psi(x_1, x_2, x_3)$ . Построить антисимметричную функцию.
3. Покажите, что не может существовать такой волновой функции в виде антисимметризованного произведения одноэлектронных функций, среди которых хотя бы две были одинаковыми.
4. Покажите, что три электрона в атоме не могут занимать одну пространственную орбиталь.
5. Ортогональны ли спин-орбитали, описывающие спаренные электроны?
6. Пусть  $\psi_i(x)$  являются нормированными на единицу одночастичными волновыми функциями. Построить нормированные волновые функции системы из трех тождественных:
  - а) бозонов
  - б) фермионовнаходящихся в состояниях  $\psi_i(x)$ , где  $x \equiv (\vec{r}, \sigma)$ .
3. Для двух частиц со спином  $\frac{1}{2}$  построить синглетную спиновую функцию.
4. Для двух частиц со спином  $\frac{1}{2}$  построить триплетные спиновые функции.
5. Запишите волновую функцию N-электронной системы в одноэлектронном приближении.

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

#### Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Ограниченность классической теории и необходимость перехода к квантовым понятиям. Гипотезы Планка, Бора, де Бройля.
2. Линейные, эрмитовы, унитарные операторы. Квантовомеханическое толкование собственных значений и собственных функций операторов.
3. Операторы координаты, импульса, энергии.
4. Условие одновременной измеримости физических величин. Оператор момента импульса.
5. Уравнение Шредингера. Стационарные состояния.
6. Статистическое толкование волновой функции. Средние значения физических величин.
7. Изменение средних значений физических величин с течением времени. Интегралы уравнений движения.
8. Соотношение неопределенностей для физических величин.
9. Каноническое преобразование.
10. Представление Шредингера, Гейзенберга, взаимодействия.
11. Принцип суперпозиции и представление динамических состояний векторами гильбертова пространства.
12. Статистический оператор, матрица плотности.
13. Уравнение Неймана.
14. Задача о линейном гармоническом осцилляторе.
15. Операторы рождения и уничтожения для гармонического осциллятора.
16. Спектр и собственные функции оператора момента импульса.
17. Общие закономерности движения частицы в центрально-симметричном поле.

18. Атом водорода в нерелятивистском приближении.
19. Уравнение Шредингера для заряженной нерелятивистской частицы в электромагнитном поле.
20. Опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона.
21. Уравнение Паули. Спиновые функции.
22. Квазиклассическое приближение. Метод Вентцеля-Крамерса-Бриллюена.
23. Стационарная теория возмущений.
24. Вариационный принцип для энергии.
25. Нестационарная теория возмущений.
26. Квантовые переходы под действием возмущений.
27. Полуклассическая теория излучения.
28. Квантование электромагнитного поля.
29. Операторы и волновые функции многоэлектронных систем.
30. Химическая связь в молекуле водорода. Метод Гайтлера-Лондона.

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически	удовлетворительно		55-70

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
		контролируемого материала			
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

**9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

**Основная литература**

1. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 т. Том 3. Квантовая механика (нерелятивистская теория) / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского. - 6-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2016. - 800 с. - ISBN 978-5-9221-0530-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1223529>
2. Делоне, Н. Б. Квантовая физика / Н.Б. Делоне. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 88 с. (Библиотека физико-математической литературы для школьников и студентов) ISBN 5-9221-0459-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/544617>

**Дополнительная литература:**

1. Таннуджи К., Диу Б., Лалоз Ф. Квантовая механика // Екатеринбург. Изд. УрГУ. 2000. т. 1 - 941 с., т. 2 – 800 с.
2. Флюгге З. Задачи по квантовой механике // М., Высшая школа. 2002. т. 1 – 341 с., т. 2 - 315 с.
3. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики // М., Наука. 2005. 664 с.
4. Давыдов А.С. Квантовая механика // М., Наука. 2006. 748 с.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория // М., Наука. 2008. 702 с.
6. Фок В.А. Начала квантовой механики // М., Наука. 2006. 307 с.
7. Медведев Б.В. Начала теоретической физики // М., Наука. 2007. 496 с.
8. Мессиа А. Квантовая механика // М., Наука. 2008. т. 1 - 478 с., т. 2 - 583 с.
9. Галицкий В.М., Карнаков Б. М., Коган В.И. Задачи по квантовой механике // М. Наука. 2006. 879 с.

**10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА

- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

### ***11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.***

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – <https://lms.kantiana.ru/>, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- платформа для проведения онлайн вебинаров <https://webinar.ru/>;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

### ***12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.***

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской. Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

#### **1. Наименование дисциплины – «Электродинамика».**

**Целью освоения дисциплины** является довести до студентов главные положения классической теории одной из важнейших форм материи, электромагнитного поля, изучить

основные приложениям этой теории.

**Задачей** является овладение студентами математическим аппаратом электродинамики и свободное применение его на практике.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен использовать знания в области физики, математики и инженерии для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Демонстрирует знания законов физики и математического аппарата. ОПК-1.2. Решает физические и инженерные задачи, используя математический аппарат. ОПК-1.3. Решает задачи профессиональной деятельности через решение фундаментальных физических и инженерных задач.	<b>Знать:</b> базовые знания в области электродинамики; место электродинамики в системе теоретической физики, границы применимости классической электродинамики, понимать связь электродинамики с другими дисциплинами, сущность научного метода. <b>Уметь:</b> использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые теоретические знания электродинамики; использовать при изучении электродинамики знания, полученные в курсах общей физики, высшей математики и классической механики. <b>Владеть:</b> математическим аппаратом электродинамики в объеме, необходимом для понимания лекционного материала и решения задач; понятийным аппаратом электродинамики.

<p>ОПК-2. Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.</p>	<p>ОПК-2.1. Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из области физико-математических наук и инженерии.  ОПК-2.2. Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии.  ОПК-2.3. Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b>  Современные методы и подходы в инженерии, применимые для проектирования решений научно-исследовательских задач  <b>Уметь:</b>  проводить поиск и анализ научно-технической информации для выявления актуальных исследовательских проблем  <b>Владеть:</b>  Способностью интегрировать знания из электродинамики для решения практических задач в различных сферах деятельности</p>
---	---	--

#### 4. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина “Электродинамика” представляет собой дисциплину *обязательной* части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

#### 5. Виды учебной работы по дисциплине

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий.

#### 6. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные

работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование раздела	Темы
1	Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла	Закон Кулона. Электрическое поле. Электростатический потенциал. Уравнения электростатики. Граничные условия. Разложение по мультиполям. Энергия и силы в электростатике. Плотность тока и магнитное поле. Закон Био-Савара. Сила Лоренца и формула Ампера. Сохранение электрического заряда и уравнение непрерывности. Уравнения магнитостатики. Векторный потенциал. Граничные условия. Магнитный момент. Энергия и силы в магнитном поле. Коэффициенты индуктивности. Закон электромагнитной индукции. Уравнения Максвелла. Граничные условия. Энергия и поток энергии электромагнитного поля. Электромагнитные потенциалы. Электромагнитные волны.
2	Специальная теория относительности и релятивистская кинематика	Свойства пространства-времени и интервал. Преобразования Лоренца. Псевдоевклидова геометрия. Энергия и импульс. Кинематические задачи.
3	Вариационные принципы в электродинамике	Взаимодействие заряженных частиц с электромагнитным полем. Уравнения движения релятивистской частицы. Преобразования напряженностей электромагнитного поля. Динамика орбитальных и спиновых магнитных моментов. Четырехмерная формулировка электродинамики.
4	Излучение и рассеяние электромагнитных волн	Функция Грина волнового уравнения. Запаздывающие потенциалы. Спектральный состав излучения. Электромагнитное поле движущейся заряженной частицы. Потеря энергии и импульса заряженной частицей. Спектральное распределение излучения нерелятивистских частиц. Излучение при столкновениях частиц. Взаимодействие заряженной частицы с собственным электромагнитным полем. Сила радиационного торможения в релятивистском случае. Рассеяние электромагнитных волн частицами.

5	Элементы электродинамики сплошных сред	Усреднение уравнений Максвелла в среде, поляризация и намагниченность среды, векторы индукции и напряженностей полей. Граничные условия. Электростатика проводников и диэлектриков. Электрические и магнитные свойства вещества. Квазистационарное электромагнитное поле.
---	--	---

## 7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Темы лекций
1	Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла	Закон Кулона. Электрическое поле. Электростатический потенциал.
2	Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла	Уравнения электростатики. Граничные условия. Разложение по мультиполям.
3	Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла	Энергия и силы в электростатике.
4	Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла	Плотность тока и магнитное поле. Закон Био-Савара. Сила Лоренца и формула Ампера. Сохранение электрического заряда и уравнение непрерывности.
5	Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла	Уравнения магнитостатики. Векторный потенциал. Граничные условия. Магнитный момент. Энергия и силы в магнитном поле. Коэффициенты индуктивности.
6	Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла	Закон электромагнитной индукции. Уравнения Максвелла. Граничные условия.
7	Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла	Энергия и поток энергии электромагнитного поля. Электромагнитные потенциалы. Электромагнитные волны.
8	Специальная теория относительности и релятивистская кинематика	Свойства пространства-времени и интервал. Преобразования Лоренца. Псевдоевклидова геометрия.
9	Специальная теория относительности и релятивистская кинематика	Энергия и импульс. Кинематические задачи.
10	Вариационные принципы в электродинамике	Взаимодействие заряженных частиц с электромагнитным полем. Уравнения движения релятивистской частицы.
11	Вариационные принципы в электродинамике	Преобразования напряженностей электромагнитного поля. Динамика орбитальных и спиновых магнитных моментов.

12	Вариационные принципы в электродинамике	Четырехмерная формулировка электродинамики.
13	Излучение и рассеяние электромагнитных волн	Функция Грина волнового уравнения. Запаздывающие потенциалы. Спектральный состав излучения.
14	Излучение и рассеяние электромагнитных волн	Электромагнитное поле движущейся заряженной частицы. Потеря энергии и импульса заряженной частицей.
15	Излучение и рассеяние электромагнитных волн	Спектральное распределение излучения нерелятивистских частиц. Излучение при столкновениях частиц.
16	Излучение и рассеяние электромагнитных волн	Взаимодействие заряженной частицы с собственным электромагнитным полем. Сила радиационного торможения в релятивистском случае.
17	Излучение и рассеяние электромагнитных волн	Рассеяние электромагнитных волн частицами.
18	Элементы электродинамики сплошных сред	Усреднение уравнений Максвелла в среде, поляризация и намагниченность среды, векторы индукции и напряженностей полей. Граничные условия.
19	Элементы электродинамики сплошных сред	Электростатика проводников и диэлектриков.
20	Элементы электродинамики сплошных сред	Электрические и магнитные свойства вещества.
21	Элементы электродинамики сплошных сред	Квазистационарное электромагнитное поле.

#### Рекомендуемый перечень тем практических занятий

№ п/п	Название раздела дисциплины	Темы практических занятий
1.	Тема 1. Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла	Закон Кулона. Электрическое поле. Электростатический потенциал. Уравнения электростатики. Граничные условия. Разложение по мультиполям. Энергия и силы в электростатике.

2.	Тема 1. Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла	Плотность тока и магнитное поле. Закон Био-Савара. Сила Лоренца и формула Ампера. Сохранение электрического заряда и уравнение непрерывности. Граничные условия. Магнитный момент. Энергия и силы в магнитном поле. Коэффициенты индуктивности.
3	Тема 1. Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла	Закон электромагнитной индукции. Уравнения Максвелла. Граничные условия. Энергия и поток энергии электромагнитного поля. Электромагнитные потенциалы. Электромагнитные волны.
4	Тема 2. Специальная теория относительности и релятивистская кинематика	Свойства пространства-времени и интервал. Преобразования Лоренца. Псевдоевклидова геометрия.
5	Тема 2. Специальная теория относительности и релятивистская кинематика	Энергия и импульс. Кинематические задачи.
6	Тема 3. Вариационные принципы в электродинамике	Взаимодействие заряженных частиц с электромагнитным полем. Уравнения движения релятивистской частицы.
7	Тема 3. Вариационные принципы в электродинамике	Четырехмерная формулировка электродинамики. Тензор электромагнитного поля. Преобразования напряженностей электромагнитного поля. Динамика орбитальных и спиновых магнитных моментов.
8	Тема 4. Излучение и рассеяние электромагнитных волн	Функция Грина волнового уравнения. Запаздывающие потенциалы. Спектральный состав излучения.
9	Тема 4. Излучение и рассеяние электромагнитных волн	Электромагнитное поле движущейся заряженной частицы. Потеря энергии и импульса заряженной частицей. Спектральное распределение излучения частиц. Излучение при столкновениях частиц.
10	Тема 4. Излучение и рассеяние электромагнитных волн	Взаимодействие заряженной частицы с собственным электромагнитным полем. Сила радиационного торможения в релятивистском случае. Рассеяние электромагнитных волн частицами.
11	Тема 5. Элементы электродинамики сплошных сред	Электростатика проводников и диэлектриков.
12	Тема 5. Элементы электродинамики сплошных сред	Электрические и магнитные свойства вещества.
13	Тема 5. Элементы электродинамики сплошных сред	Квазистационарное электромагнитное поле.

Требования к самостоятельной работе студентов

Основными видами самостоятельной работы обучающихся при изучении дисциплины «Электродинамика» являются:

- 9 изучение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы;
- 10 подготовка к промежуточной аттестации (экзамену).

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся составляют:

- Материалы лекций
- Учебно-методическая литература
- Информационные ресурсы "Интернета"
- Фонды оценочных средств

При организации самостоятельного изучения ряда тем лекционных курсов дисциплины студент работает в соответствии с указаниями, выданными преподавателем. Указания по изучению теоретического материала курса составляются дифференцированно по каждой теме и включают в себя следующие элементы:

2. название темы;
3. цели и задачи изучения темы;
4. основные вопросы темы;
5. характеристику основных понятий и определений, необходимых студенту для усвоения данной темы;
6. список рекомендуемой литературы;
7. наиболее важные фрагменты текстов рекомендуемых источников, в том числе таблицы, рисунки, схемы и т. п.;
8. краткие выводы, ориентирующие студента на определенную совокупность сведений, основных идей, ключевых положений, систему доказательств, которые необходимо усвоить;
9. контрольные вопросы, предназначенные для самопроверки знаний.

Важной составляющей самостоятельной внеаудиторной подготовки студента является работа с литературой. Изучение литературы позволяет выяснить, в каком состоянии в современном мире находится рассматриваемая проблема, что сделано другими авторами в этом направлении, какие вопросы недостаточно ясно освещены, либо не рассмотрены.

Для работы над конспектом следует: 1) определить структуру конспектируемого материала, чему в значительной мере способствует письменное ведение плана по ходу изучения оригинального текста; 2) в соответствии со структурой конспекта произвести отбор и последующую запись наиболее существенного содержания оригинального текста - в форме цитат или в изложении, близком к оригиналу; 3) выполнить анализ записей и на его основе – дополнение записей собственными замечаниями, соображениями (располагать все это следует на полях тетради для записей или на отдельных листах-вкладках); 4) завершить формулирование и запись выводов по каждой из частей оригинального текста, а также общих выводов.

Внеаудиторная самостоятельная работа в рамках данной дисциплины включает в себя:

- 11 подготовку к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям) и выполнение соответствующих заданий;
- 12 самостоятельную работу над отдельными темами учебных дисциплин в соответствии с учебно-тематическими планами;

13 подготовку к экзамену.

Подготовка к аудиторным занятиям проводится в соответствии со следующими рекомендациями:

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **8. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной

лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 9. Фонд оценочных средств

### 8.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1	ОПК-1, ОПК-2	Решение типовых задач, домашняя самостоятельная работа, контрольная работа
Тема 2	ОПК-1, ОПК-2	Решение типовых задач
Тема 3	ОПК-1, ОПК-2	Решение типовых задач, домашняя самостоятельная работа, контрольная работа
Тема 4	ОПК-1, ОПК-2	Решение типовых задач
Тема 5	ОПК-1, ОПК-2	Решение типовых задач

### 8.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

#### Типовые задачи по темам практических занятий

*К теме 1. Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла.*

**Разделы темы:** Закон Кулона. Электрическое поле. Электростатический потенциал. Уравнения электростатики. Граничные условия. Разложение по мультиполям. Энергия и силы в электростатике.

- *Бесконечная плоская плита толщиной  $a$  равномерно заряжена по объему с*

плотностью  $\rho$ . Найдите потенциал  $\varphi$  и напряженность  $\mathbf{E}$  электрического поля.

**Решение:** применим теорему Гаусса. Систему координат выберем так, что плоскость  $XU$  рассекает плиту пополам. Для нахождения поля в точке на расстоянии  $z$  от плоскости  $XU$  окружим плиту параллелепипедом, располагающимся симметрично относительно плоскости  $XU$  так, что точка с координатой  $z$  лежит на верхней или нижней грани этого параллелепипеда. Из соображений симметрии очевидно, что поле направлено перпендикулярно грани и имеет одинаковую величину во всех точках. Тогда по теореме Гаусса имеем:

$$\oiint_S \mathbf{E} d\mathbf{S} = 4\pi \iiint_V \rho dV$$

Учитывая, что поток вектора напряженности по боковым граням равен нулю, поле нормально по отношению к верхней и нижней граням, получим, что левая часть теоремы Гаусса равна  $2ES$ . Значение правой зависит от того, находится ли точка внутри плиты или вне ее. Если точка находится вне плиты, то правая часть – это весь заряд плиты, т.е.  $4\pi\rho aS$ , если внутри, то  $4\pi\rho|z|S$ .

Для напряженности получаем:

$$\mathbf{E} = \begin{cases} 2\pi a \rho \operatorname{sgn}(z) \mathbf{k}, & |z| > a, \\ 2\pi z \rho \mathbf{k}, & |z| < a. \end{cases}$$

Потенциал можно найти как  $\varphi = \int \mathbf{E} d\mathbf{r}$ . Используя условие непрерывности потенциала на границе между плитой и пространством (при  $z=a/2$ ), можно найти, что

$$\varphi = \begin{cases} 2\pi a |z| \rho, & |z| > a, \\ \pi z^2 \rho + \frac{3}{4} \pi a^2 \rho, & |z| < a. \end{cases}$$

Здесь на потенциал наложено условие, что при  $z=0$   $\varphi=0$  (возможно иное условие, тогда ответ отличается на постоянную).

• Плоскость  $z=0$  заряжена с плотностью, меняющейся по периодическому закону  $\sigma = \sigma_0 \sin \alpha x \sin \beta y$ . Найдите потенциал этой системы зарядов.

**Решение.** Используем уравнение Лапласа для потенциала

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0.$$

Т.к. заряд распределен по поверхности, то граничное условие на величину скачка производной потенциала по нормали к поверхности имеет вид:

$$\left. \frac{\partial \varphi}{\partial z} \right|_{z=0+\varepsilon} - \left. \frac{\partial \varphi}{\partial z} \right|_{z=0-\varepsilon} = -4\pi\sigma = -4\pi\sigma_0 \sin \alpha x \sin \beta y.$$

Чтобы удовлетворить граничным условиям, будем искать решение уравнения Лапласа в виде:

$$\varphi = F(z) \sin \alpha x \sin \beta y.$$

Подстановка в уравнение Лапласа после деления на общий множитель дает уравнение для  $F(z)$ :

$$\frac{\partial^2 F}{\partial z^2} = k^2 F, k = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}.$$

Учитывая, что потенциал по смыслу должен убывать с расстоянием от  $z$ , найдем, что

$$F = \begin{cases} C \exp(-kz), & z > 0, \\ C \exp(kz), & z < 0. \end{cases}$$

Наконец, постоянная  $C$  найдется из граничного условия:

$$C = \frac{2\pi\sigma_0}{k}.$$

6. Найти потенциал и напряженность  $E$  электрического поля сферы радиуса  $R$ , равномерно заряженной по поверхности. Заряд сферы  $q$ .

7. Внутри шара радиуса  $R$ , равномерно заряженного по объему с плотностью  $\rho$ , имеется незаряженная шарообразная полость, радиус которой  $R_1$ , а центр отстоит от центра шара на расстояние  $a$  ( $a+R_1 < R$ ). Найти электрическое поле  $E$  в полости.

8. Пространство между двумя концентрическими сферами, радиусы которых  $R_1$  и  $R_2$ , заряжено с объемной плотностью  $\rho = a/r^2$ . Найти полный заряд  $q$ , потенциал и напряженности электрического поля.

9. Найти энергию электростатического поля  $W$  для распределений зарядов, указанных в задачах 3,4,5. Провести вычисления двумя способами.

10. Плоскости двух тонких коаксиальных равномерно заряженных колец одинакового радиуса  $R$  находятся на расстоянии  $a$  друг от друга. Работа, которую надо совершить, чтобы перенести точечный заряд  $q$  из бесконечности в центр каждого из колец, равна соответственно  $A_1$  и  $A_2$ . Найти заряды на кольцах  $q_1$  и  $q_2$ .

11. Тонкое круглое кольцо радиуса  $R$  состоит из двух равномерно и противоположно заряженных полуколец с зарядами  $q$  и  $-q$ . Найти потенциал и напряженность электрического поля на оси кольца и вблизи нее.

12. Выразить потенциал равномерно заряженного круглого тонкого кольца с зарядом  $q$  и радиусом  $R$  через полный эллиптический интеграл первого рода.

13. Найти потенциал электрического поля на больших расстояниях от следующих систем зарядов: а) заряды  $q$ ,  $-2q$ ,  $q$  расположены по оси  $z$  на расстоянии  $a$  друг от друга (линейный квадруполь); б) заряды  $\pm q$  расположены в вершинах квадрата со стороной  $a$  так, что соседние заряды имеют разные знаки, причем в начале координат находится заряд  $+q$ , а стороны квадрата параллельны осям  $x$  и  $y$  (плоский квадруполь).

### ***К теме 1. Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла.***

**Разделы темы:** Плотность тока и магнитное поле. Закон Био-Савара. Сила Лоренца и формула Ампера. Сохранение электрического заряда и уравнение непрерывности. Граничные условия.

Магнитный момент. Энергия и силы в магнитном поле. Коэффициенты индуктивности.

6. *Внутри тонкой проводящей цилиндрической оболочки радиуса  $b$  находится коаксиальный с ней провод радиуса  $a$ . По этим проводникам текут постоянные токи одинаковой величины  $J$  в противоположных направлениях. Определить магнитное поле, создаваемое такой системой во всех точках пространства.*

**Решение.** Решим задачу с помощью применения теоремы о циркуляции напряженности магнитного поля:

$$\oint_L \mathbf{H} d\mathbf{l} = \frac{4\pi}{c} \iint_S \mathbf{j} d\sigma.$$

Из соображений симметрии следует, что поле имеет лишь азимутальную составляющую и величина ее одинакова на одном и том же расстоянии от оси. Для нахождения поля на расстоянии  $r$  от оси системы. В качестве контура выберем окружность радиуса  $r$ , центр которой находится на оси цилиндра, а плоскость перпендикулярна ей. Тогда левая часть уравнения равна:

$$\oint_L \mathbf{H} d\mathbf{l} = 2\pi r H.$$

Значение правой части зависит от того, где находится точка:

$$\frac{4\pi}{c} \iint_S \mathbf{j} d\sigma = \begin{cases} \frac{4\pi}{c} J \frac{r^2}{a^2}, & 0 < r \leq a, \\ \frac{4\pi}{c} J, & a < r < b, \\ 0, & r > b. \end{cases}$$

7. *Определить магнитное поле, создаваемое двумя параллельными плоскостями, по которым текут токи с одинаковыми поверхностными плотностями  $i = \text{const}$ . Рассмотреть два случая: а) токи текут в противоположных направлениях; б) токи направлены одинаково.*

**Решение.** Определим поле, создаваемое одной плоскостью. Для определенности выберем систему координат так, что плоскость  $xy$  совпадает с плоскостью, по которой течет ток. Направление тока выберем параллельно оси  $x$ . Тогда для поля в произвольной точке можно записать:

$$\mathbf{H} = \frac{1}{c} \iint \frac{\mathbf{i} \times (\mathbf{r} - \mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|^3} dx' dy'.$$

Векторное произведение равно с учетом того, что  $\mathbf{i} = (i, 0, 0)$ , а  $\mathbf{r} - \mathbf{r}' = (x - x', y - y', z)$ :

$$\mathbf{i} \times (\mathbf{r} - \mathbf{r}') = \mathbf{e}_x iz + \mathbf{e}_y i(y - y').$$

Интеграл от второго слагаемого будет равен нулю из-за нечетности подынтегральной функции при сдвиге. Для вычисления первого интеграла удобно ввести полярные координаты на плоскости, предварительно произведя сдвиг  $x' - x \rightarrow x'$ ,  $y' - y \rightarrow y'$ :

$$\mathbf{H} = \frac{\mathbf{e}_y iz}{c} \iint \frac{r dr d\varphi}{(r^2 + z^2)^{3/2}} = \frac{\mathbf{e}_y iz}{c |z|} 2\pi.$$

3) Определить напряженность магнитного поля и магнитную индукцию, создаваемые постоянным током  $J$ , текущим по бесконечному цилиндрическому проводнику кругового сечения радиуса  $a$ .

4) Решить предыдущую задачу для полого цилиндрического проводника (внутренний радиус  $a$ , наружный  $b$ ).

5) Определить магнитное поле в цилиндрической полости, вырезанной в бесконечно длинном цилиндрическом проводнике. Радиусы полости и проводника соответственно  $a$  и  $b$ , расстояние между их параллельными осями  $d$  ( $b > a + d$ ). Ток  $J$  распределен равномерно по сечению.

6) Сфера радиуса  $a$  заряжена зарядом  $e$  равномерно по поверхности и вращается вокруг одного из своих диаметров с угловой скоростью  $\omega$ . Найти магнитное поле внутри и вне сферы. Выразить напряженность поля  $H$  во внешней области через магнитный момент  $m$  сферы.

7) Квадратная рамка с током  $J$  расположена так, что две ее стороны параллельны длинному прямому проводу с током. Сторона квадрата  $a$ . Определить действующую на рамку силу  $F$  и вращательный момент  $N$  относительно оси.

8) Длинный прямой провод и кольцо радиуса  $a$  лежат в одной плоскости. Расстояние от центра кольца до провода  $b$ . Найти коэффициент взаимной индукции и силу взаимодействия  $F$ , если сила тока в проводе  $J_1$ , а в кольце  $J_2$ .

9) Найти коэффициент самоиндукции  $L$  катушки из тонкого провода с числом витков на единицу длины  $n$ . Катушка имеет круглое сечение радиуса  $a$  и конечную длину  $h$  ( $h \gg a$ ). Вычисления произвести с точностью до членов порядка  $a/h$ .

10) Найти коэффициент самоиндукции  $L$  тороидального соленоида. Радиус тора  $b$ , число витков  $N$ , сечение тора - круг радиуса  $a$ . Определить коэффициент самоиндукции на единицу длины соленоида в предельном случае  $b \rightarrow \infty$  ( $N/b = \text{const}$ ).

### ***К теме 1. Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла.***

**Разделы темы:** Уравнения Максвелла. Граничные условия. Энергия и поток энергии электромагнитного поля. Электромагнитные потенциалы. Электромагнитные волны.

*1. Пользуясь соображениями симметрии, записать тензор поляризации полностью неполяризованных волн. Записать также все возможные поляризации для полностью поляризованных монохроматических волн.*

**Решение.** В отсутствие поляризации направления электрического и магнитного векторов в плоскости, перпендикулярной направлению распространения, равновероятны. Этому случаю соответствует изотропный тензор:

$$J_{\alpha\beta} = \frac{J}{2} \delta_{\alpha\beta}.$$

Полностью неполяризованной монохроматической волне с амплитудой

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_1 \cos(\mathbf{k}\mathbf{r} - \omega t + \alpha) - \mathbf{E}_2 \sin(\mathbf{k}\mathbf{r} - \omega t + \alpha)$$

в осях, направленных вдоль действительных векторов  $\mathbf{E}_1$  и  $\mathbf{E}_2$ , отвечает тензор

$$J_{\alpha\beta} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} E_1^2 & \pm iE_1E_2 \\ \mp iE_1E_2 & E_2^2 \end{pmatrix}.$$

Такой тензор при произвольных  $\mathbf{E}_1$  и  $\mathbf{E}_2$  и двух знаках недиагональных компонент описывает волны с эллиптической поляризацией и двумя возможными направлениями вращения.

Циркулярно поляризованным волнам соответствуют тензоры

$$J_{\alpha\beta} = \frac{I}{2} \begin{pmatrix} 1 & i \\ -i & 1 \end{pmatrix}, \quad J_{\alpha\beta} = \frac{I}{2} \begin{pmatrix} 1 & -i \\ i & 1 \end{pmatrix},$$

описывающие волны разной спиральности. Наконец, двум направлениям линейной поляризации соответствуют тензоры:

$$J_{\alpha\beta} = \frac{I}{2} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad J_{\alpha\beta} = \frac{I}{2} \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Обратим внимание на характерную особенность этих тензоров. Их определители обращаются в нуль для полностью поляризованных волн.

1. Разложить по плоским волнам потенциал  $\phi(\mathbf{r})$  и напряженность поля  $\mathbf{E}$  точечного заряда.

2. Пользуясь уравнениями Максвелла, показать, что плоские волны удовлетворяют условию поперечности:

$$\mathbf{n} \cdot \mathbf{E} = \mathbf{n} \cdot \mathbf{H} = 0.$$

Показать также, что в плоских волнах, распространяющихся в одну сторону, электрический и магнитный векторы взаимно перпендикулярны и связаны соотношениями:

$$\mathbf{H} = \mathbf{n} \times \mathbf{E}, \quad \mathbf{E} = \mathbf{H} \times \mathbf{n}, \quad E = H.$$

3. Плоская монохроматическая волна с интенсивностью  $I$  распространяется вдоль оси  $z$  и поляризована по эллипсу с полуосями  $a$ ,  $b$ . Большая полуось  $a$  составляет угол  $\varphi$  с осью  $x$ . Составить тензор поляризации и рассмотреть возможные частные случаи.

4. Назовем волновым пакетом суперпозицию плоских монохроматических волн в свободном пространстве:

$$\Psi(\mathbf{r}, t) = \int \psi(\mathbf{k}) \exp(i(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega t)) d^3k$$

где  $\Psi$  – любая декартова компонента векторов  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$ . А) Найти условие, при котором  $\Psi$  является решением однородного волнового уравнения Д'Аламбера независимо от вида амплитудной функции  $\psi(\mathbf{k})$ . Б) Построить одномерный волновой пакет для момента времени

$t=0$ . В качестве амплитудной функции взять распределение Гаусса

$$\psi(\mathbf{k}) = a_0 \exp(-(k - k_0)^2 / \Delta k^2),$$

где  $k=k_x$ .

**К теме 2. Специальная теория относительности и релятивистская кинематика.**

**Разделы темы:** Свойства пространства-времени и интервал.

Преобразования Лоренца. Псевдоевклидова геометрия.

1. Два масштаба, каждый из которых имеет в своей системе покоя длину  $L_0$ , движутся навстречу друг другу с равными скоростями  $v$  относительно некоторой системы отсчета. Какова длина  $L$  каждого из масштабов, измеренная в системе отсчета, связанной с другим масштабом?

**Решение.** Найдем по закону сложения скоростей скорость второго масштаба относительно первого:

$$v_{12} = \frac{v + v}{1 + \frac{v \cdot v}{c^2}}$$

Это означает, что длина масштаба  $L_0$  в системе, связанной с другим масштабом равна:

$$L_{12} = L_0 (1 - v_{12}^2 / c^2)^{1/2} = L_0 \frac{1 - v^2 / c^2}{1 + v^2 / c^2}$$

2 Система  $S'$  движется относительно системы  $S$  со скоростью  $V$ . Доказать, что при сравнении хода часов в системах  $S$  и  $S'$  всегда будут отставать те часы в одной из этих систем отсчета, показания которых последовательно сравниваются с показаниями двух часов в другой системе отсчета. Выразить один промежуток времени через другой. (Показания движущихся часов сравниваются в момент, когда они проходят друг мимо друга.)

3 Пусть для измерения времени используется периодический процесс отражения светового «зайчика» попеременно от двух зеркал, укрепленных на концах стержня длиной  $L$ . Один период - это время движения «зайчика» от одного зеркала до другого и обратно. Световые часы неподвижны в системе  $S'$  и ориентированы параллельно направлению движения. Пользуясь постулатом о постоянстве скорости света, найти интервал собственного времени  $\Delta t$ .

4 Вывести формулы лоренцева преобразования от системы  $S'$  к системе  $S$  для радиуса-вектора  $\mathbf{r}$  и времени  $t$ , не предполагая, что скорость  $V$  системы  $S'$  относительно  $S$  параллельна оси  $x$ . Результат представить в векторной форме.

5 Вывести формулы сложения скоростей для случая, когда скорость  $V$  системы  $S'$  относительно  $S$  имеет произвольное направление. Формулы представить в векторном виде.

6 Два пучка электронов летят навстречу друг другу со скоростями  $v=0,9c$  относительно

лабораторной системы координат. Какова относительная скорость  $V$  электронов: а) с точки зрения наблюдателя в лаборатории; б) с точки зрения наблюдателя, движущегося вместе с одним из пучков электронов?

7 Найти формулы преобразования ускорения  $dv/dt$  для случая, когда система  $S'$  движется относительно системы  $S$  с произвольно направленной скоростью  $V$ . Представить эти формулы преобразования в векторном виде.

8 Выразить компоненты четырехмерного ускорения через обычное ускорение и скорость частицы.

9 Релятивистская частица совершает «равноускоренное» одномерное движение (ускорение  $dv/dt$  постоянно в собственной системе отсчета). Найти зависимость скорости  $v(t)$  и координаты  $x(t)$  частицы от времени  $t$  в лабораторной системе отсчета, если начальная скорость  $v_0$ , а начальная координата  $x_0$ . Рассмотреть, в частности, нерелятивистский и ультрарелятивистский пределы.

10 Относительно системы  $S$  движется система  $S'$  со скоростью  $V$  и два тела со скоростями  $v_1$  и  $v_2$ . Каков угол  $\alpha$  между скоростями этих тел при наблюдении в системе  $S$  и в системе  $S'$ ?

11 В некоторый момент времени направление луча света от звезды составляет угол  $\alpha$  с орбитальной скоростью  $v$  Земли (в системе, связанной с Солнцем). Найти изменение направления от Земли на звезду за полгода (абберация света), не делая приближений, связанных с малостью  $v/c$ .

12 Найти формулы преобразования частоты  $\omega$  (эффект Доплера) и волнового вектора  $\mathbf{k}$  плоской монохроматической световой волны при переходе от одной инерциальной системы к другой. Направление относительной скорости  $V$  произвольно.

13 Найти частоту световой волны, наблюдаемую при поперечном эффекте Доплера (направление распространения света перпендикулярно направлению движения источника в системе, связанной с приемником света). Каково направление распространения рассматриваемой волны в системе, связанной с источником?

## ***К теме 2. Специальная теория относительности и релятивистская кинематика.***

**Разделы темы:** Энергия и импульс. Кинематические задачи.

1. Найти скорость  $v$  частицы с массой  $m$  и зарядом  $e$ , прошедшей разность потенциалов  $U$  (начальная скорость равна нулю). Упростить общую формулу для нерелятивистского и ультрарелятивистского случаев (учесть по два члена разложения).

**Решение.** Воспользуемся законом сохранения энергии частицы. Энергия в начальный момент времени равна энергии покоя частицы:

$$E = mc^2$$

После прохождения разности потенциалов энергия частицы складывается из релятивистской энергии и потенциальной энергии:

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} - eU$$

Т.к. энергия сохраняется, то правые части этих выражений равны.

Поэтому получаем, что

$$\frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} - eU = mc^2 \Rightarrow v^2 = c^2 - \frac{c^2}{(1 + eU/(mc^2))^2} \Rightarrow v = c \left( 1 - \frac{1}{(1 + eU/mc^2)^2} \right)^{1/2}.$$

В нерелятивистском случае  $eU/mc$  – величина, много меньшая 1. Разложение в ряд Тейлора для квадрата скорости  $v^2$  дает:

$$v^2 \approx c^2 \left( 1 - 1 + \frac{2eU}{mc^2} - 3 \frac{e^2 U^2}{m^2 c^4} \right) = \frac{2eU}{m} - 3 \frac{e^2 U^2}{m^2 c^2}.$$

Для релятивистского случая, наоборот,

множитель  $eU/mc \gg 1$ , поэтому:

$$v^2 \approx c^2 \left( 1 - \frac{m^2 c^4}{e^2 U^2} \right).$$

2. Ускоритель дает на выходе пучок заряженных частиц с кинетической энергией  $T$ ; сила тока в пучке равна  $J$ . Найти силу  $F$  давления пучка на поглощающую его мишень и выделяемую в мишени мощность  $W$ . Масса частицы  $m$ , заряд  $e$ .

3. В линейном ускорителе частица ускоряется в щели между полыми цилиндрическими электродами - «пролетными трубками», вдоль общей оси которых проходит траектория частицы. Ускорение происходит под действием высокочастотного электрического поля с частотой  $\nu = \text{const}$ . Разгоняются те частицы, которые проходят все промежутки между трубками при наличии там ускоряющего поля. Каковы должны быть длины пролетных трубок, чтобы частица с зарядом  $e$  и массой  $m$  пролетала через ускоряющие промежутки в те моменты времени, когда на них имеется максимальное напряжение  $V_e$ ? Оцепить также полную длину ускорителя с  $N$  пролетными трубками.

4.  $\pi$ -мезон движется со скоростью  $v$  и распадается на лету на два  $\gamma$ -кванта. Найти угловое распределение  $\gamma$ -квантов распада  $dW/d\Theta$  в лабораторной системе отсчета, учитывая, что в системе покоя мезона оно сферически симметрично.

5.  $\pi$ -мезон распадается на лету на два  $\gamma$ -кванта. Показать, что минимальный угол разлета  $\gamma$ -квантов определяется условием  $\cos(\Theta_{\min}/2) = v/c$  в той системе отсчета, в которой скорость  $\pi$ -мезона равна  $v$ . Найти зависимость энергии  $\gamma$ -кванта, возникающего при распаде  $\pi$ -мезона от угла между направлениями распространения кванта и мезона.

6. Определить массу  $M_1$  некоторой частицы, зная, что она представляет собой одну из двух частиц, образовавшихся при распаде частицы с массой  $M$  и импульсом  $p$ . Импульс  $p_2$ , масса  $m_2$  и угол вылета второй частицы, образовавшейся при распаде, также известны.

7. Частица с массой  $M_1$  и скоростью  $v$  сталкивается с покоящейся частицей массы  $M_2$  и поглощается ею. Найти массу и скорость образовавшейся частицы.

8. Покоящаяся частица  $A$  распадается по схеме  $A \rightarrow B + D$ . Выразить энергию распада  $Q_A = M_A - M_B - M_D$  ( $c=1$ ) через кинетическую энергию  $T_B$  одной из частиц распада и массы  $M_B$ ,  $M_D$ .

9. Бесконечно длинная равномерно заряженная прямая с линейной плотностью заряда  $\lambda$  в системе, где прямая покоится, перемещается вдоль своей длины равномерно со скоростью  $v$ . На расстоянии  $r$  от нее находится точечный заряд, движущийся параллельно прямой с той же скоростью. Найти электромагнитную силу  $F$ , действующую на заряд; скорость  $v$  произвольна.

### ***К теме 3. Вариационные принципы в электродинамике.***

**Разделы темы:** Взаимодействие заряженных частиц с электромагнитным полем. Уравнения движения релятивистской частицы.

1. Частица с зарядом  $e$  и массой  $m$  движется с произвольной скоростью в однородном постоянном электрическом поле  $E$ . В начальный момент времени частица находилась в начале координат и имела импульс  $p_0$ . Определить трехмерные координаты и время  $t$  частицы в лабораторной системе, в функции ее собственного времени  $\tau$ . Исключив  $\tau$ , представить трехмерные координаты частицы в зависимости от  $t$ .

**Решение.** Выберем ось  $x \parallel eE$ . Дифференциальные уравнения движения в четырехмерной форме имеют в данном случае вид:

$$\frac{d^2x}{d\tau^2} = \frac{|e|E}{mc} \frac{d(ct)}{d\tau}, \frac{d^2y}{d\tau^2} = 0, \frac{d^2z}{d\tau^2} = 0, \frac{d^2(ct)}{d\tau^2} = \frac{|e|E}{mc} \frac{dx}{d\tau}.$$

Интегрируя эту систему с начальными условиями:

$$x = y = z = ct = 0, \frac{dx}{d\tau} = \frac{p_{0x}}{m}, \frac{dy}{d\tau} = \frac{p_{0y}}{m}, \frac{dz}{d\tau} = 0, c \frac{dt}{d\tau} = \frac{W_0}{mc}, \tau = 0, W_0 = \sqrt{c^2 p_0^2 + m^2 c^4}.$$

найдем параметрические уравнения траектории частицы в четырехмерном пространстве:

$$x = \frac{W_0}{|e|E} \left( \cosh \frac{|e|E\tau}{mc} - 1 \right) + \frac{cp_{0x}}{|e|E} \sinh \frac{|e|E\tau}{mc},$$

$$y = \frac{p_{0y}\tau}{m}, z = 0,$$

$$ct = \frac{W_0}{|e|E} \sinh \frac{|e|E\tau}{mc} + \frac{cp_{0x}}{|e|E} \left( \cosh \frac{|e|E\tau}{mc} - 1 \right).$$

Из последнего уравнения находим:

$$\tau = \frac{mc}{|e|E} \ln \frac{p_{0x} + |e|Et + \sqrt{(p_{0x} + |e|Et)^2 + m^2 c^2 + p_{0y}^2}}{p_{0x} + W_0/c}.$$

Используя это выражение и исключая  $\text{sh}$  и  $\text{ch}$  из первого и последнего уравнения, получим закон движения в трехмерной форме:

$$x(t) = \frac{c}{|e|E} \left( \sqrt{(p_{0x} + |e|Et)^2 + m^2c^2 + p_{0y}^2} - W_0/c \right),$$

$$y(t) = \frac{cp_{0y}}{|e|E} \ln \frac{p_{0x} + |e|Et + \sqrt{(p_{0x} + |e|Et)^2 + m^2c^2 + p_{0y}^2}}{p_{0x} + W_0/c},$$

$$z(t) = 0.$$

7. Релятивистская частица движется в параллельных однородных постоянных электрическом  $\mathbf{E}$  и магнитном  $\mathbf{H}$  полях ( $\mathbf{E} \parallel \mathbf{H} \parallel z$ ). При  $t=0$  частица находилась в начале координат, обладая импульсом  $p_0 = (p_{0x}, 0, p_{0z})$ . Определить зависимость  $x, y, z, t$  от собственного времени частицы.

8. Между обкладками цилиндрического конденсатора с радиусами  $a$  и  $b$  поддерживается разность потенциалов  $V$ . В пространстве между обкладками имеется аксиально симметричное поле магнитное поле, напряженность которого параллельна оси конденсатора. Из внутренней обкладки, играющей роль катода, вылетают электроны с нулевой начальной скоростью. Найти критическое значение потока магнитного поля  $\Phi_{\text{кр}}$  между обкладками, при котором электроны перестанут попадать на анод вследствие искривления их траекторий в магнитном поле.

9. Длинный прямой цилиндрический катод радиуса  $a$ , по которому течет равномерно распределенный ток  $J$ , испускает электроны с нулевой начальной скоростью. Эти электроны движутся под действием ускоряющего потенциала  $V$  к длинному коаксиальному аноду радиуса  $b$ . Каково должно быть минимальное значение разности потенциалов  $V_{\text{кр}}$  между катодом и анодом, чтобы электроны достигали анода, несмотря на заворачивающее действие магнитного поля тока  $J$ ?

10. Электрон с зарядом  $e$  и массой  $m$  пролетает в вакууме над плоской незаряженной поверхностью диэлектрика с проницаемостью  $\epsilon$ . Вначале электрон двигался параллельно поверхности диэлектрика со скоростью  $v$  и находился от нее на расстоянии  $a$ . На каком расстоянии  $x$  от проекции начального положения электрона на поверхность диэлектрика электрон врежется в диэлектрик?

### ***К теме 3. Вариационные принципы в электродинамике.***

***Разделы темы: Четырехмерная формулировка электродинамики. Тензор электромагнитного поля. Преобразования напряженностей электромагнитного поля.***

*1. Записать формулы релятивистского преобразования напряженностей электрического и магнитного полей  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$ .*

***Решение.*** Электромагнитное поле описывается тензором

$$F_{\alpha\beta} = \begin{pmatrix} 0 & E_x & E_y & E_z \\ -E_x & 0 & -H_z & H_y \\ -E_y & H_z & 0 & -H_x \\ -E_z & -H_y & H_x & 0 \end{pmatrix}.$$

Преобразование в другую систему отсчета осуществляется по общему правилу:

$$F_{\alpha\beta} = \Lambda_{\alpha}^{\mu} \Lambda_{\beta}^{\nu} F'_{\mu\nu}.$$

Найдем, используя вид матриц преобразований Лоренца:

$$F_{01} = \Lambda_0^0 \Lambda_1^1 F'_{01} + \Lambda_0^1 \Lambda_1^0 F'_{10} = (\cosh^2 \psi - \sinh^2 \psi) F'_{01} = F'_{01}.$$

$$F_{02} = \Lambda_0^0 \Lambda_2^2 F'_{02} + \Lambda_0^1 \Lambda_2^1 F'_{12} = \cosh \psi F'_{02} - \sinh \psi F'_{12}$$

и т.д. Переходя к напряженностям, получим

$$E_x = E'_x, E_y = \gamma(E'_y + \beta H'_z), E_z = \gamma(E'_z - \beta H'_y),$$

$$H_x = H'_x, H_y = \gamma(H'_y - \beta E'_z), H_z = \gamma(H'_z + \beta E'_y).$$

**10.** Бесконечно длинный круговой цилиндр равномерно заряжен с линейной плотностью  $\kappa$ . Вдоль оси цилиндра течет равномерно распределенный ток  $J$ . Найти такую систему отсчета, в которой существует только электрической или только магнитное поле. Найти величины этих полей.

**11.** Найти величину ЭДС электромагнитной индукции, возникающей при движении проводника в магнитном поле  $H$ . Воспользоваться либо формулами преобразования напряженностей поля, либо потенциалов.

**12.** Найти поля  $\phi$ ,  $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$  точечного заряда  $e$ , движущегося равномерно со скоростью  $V$ , произведя преобразование Лоренца из системы отсчета, где заряд покоится.

**13.** Два заряда  $e$  и  $e'$  движутся параллельно оси  $x$  с равными и постоянными скоростями  $v$ . Показать, что электромагнитная сила, действующая между зарядами, может быть получена по формуле  $F = -e' \text{grad} \phi$  из так называемого конвекционного потенциала

$$\phi = (1 - \beta^2) e / R, R = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (1 - \beta^2)[(y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2]}.$$

**14.** Найти конвекционный потенциал бесконечно длинного прямого равномерно заряженного провода. Линейная плотность заряда равна  $\kappa$  в той системе отсчета, где провод покоится. Провод перемещается поступательно со скоростью  $v$  под углом  $\alpha$  к своей длине (в лабораторной системе отсчета).

**К теме 4. Излучение и рассеяние электромагнитных волн.**

**Разделы темы: Функция Грина волнового уравнения. Запаздывающие потенциалы. Спектральный состав излучения.**

1. Записать фурье-образы разложения запаздывающих потенциалов и напряженностей электромагнитного поля на монохроматические компоненты.

**Решение.** При аperiодическом движении частиц имеем по определению компонент Фурье:

$$\mathbf{A}_{\omega}^R(\mathbf{r}) = \int_{-\infty}^{\infty} \mathbf{A}^R(\mathbf{r}, t) e^{i\omega t} dt = \frac{1}{c} \int \frac{\exp(i\omega |\mathbf{r} - \mathbf{r}'|/c)}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} dV' \int_{-\infty}^{\infty} \mathbf{j}(\mathbf{r}', t) e^{i\omega t} d\tau,$$

где  $\tau = t - |\mathbf{r} - \mathbf{r}'|/c$ , или в окончательной форме:

$$\mathbf{A}_{\omega}^R(\mathbf{r}) = \frac{1}{c} \int \frac{\exp(i\omega |\mathbf{r} - \mathbf{r}'|/c)}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} \mathbf{j}_{\omega}(\mathbf{r}', \omega) dV'.$$

Аналогично для скалярного потенциала

$$\varphi_{\omega}^R(\mathbf{r}) = \frac{1}{c} \int \frac{\exp(i\omega |\mathbf{r} - \mathbf{r}'|/c)}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} \rho_{\omega}(\mathbf{r}', \omega) dV'.$$

Множитель перед плотностью тока и заряда в интегралах представляет собой гармонику Фурье запаздывающей функции Грина. Напряженности поля выразятся в виде:

$$\mathbf{H}_{\omega}(\mathbf{r}) = \nabla \times \mathbf{A}_{\omega}^R(\mathbf{r}), \mathbf{E}_{\omega} = -\frac{i\omega}{c} \mathbf{A}_{\omega}^R(\mathbf{r}) - \nabla \varphi_{\omega}^R(\mathbf{r}).$$

13. Показать, что запаздывающие потенциалы удовлетворяют условию Лоренца.

14. Записать уравнения, которым удовлетворяют электромагнитные потенциалы  $\varphi(\mathbf{r}, t)$  и  $\mathbf{A}(\mathbf{r}, t)$ , если вместо условия Лоренца на них наложена кулоновская калибровка  $\text{div} \mathbf{A} = 0$ .

15. Показать, что в волновой зоне при выполнении условия Лоренца скалярный потенциал ограниченной излучающей системы связан с ее векторным потенциалом соотношением:

$$\varphi(\mathbf{r}, t) = \frac{\mathbf{r} \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}, t)}{r} + \frac{q}{r},$$

где  $q$  – полный заряд системы.

#### **К теме 4. Излучение и рассеяние электромагнитных волн.**

**Разделы темы: Электромагнитное поле движущейся заряженной частицы. Потеря энергии и импульса заряженной частицей. Спектральное распределение излучения частиц. Излучение при столкновениях частиц.**

1. В прямоугольной проволочной рамке размером  $a \times b$  течет ток  $J(t) = J_0 \cos \omega t$ . Вычислить среднюю по времени интенсивность излучения при условии, что  $a, b \ll 2\pi c/\omega$ .

**Решение.** Найдем магнитный момент рамки с током:

$$\mu = \frac{JS}{c} = \frac{J_0 abc \cos \omega t}{c}.$$

Направление магнитного момента рамки с током не меняется, а величина изменяется по

периодическому закону. Интенсивность дипольного излучения:

$$I = \frac{2}{3c^3} \ddot{\mathbf{j}}^2 = \frac{2}{3c^5} J_0^2 a^2 b^2 \cos^2 \omega t$$

Усреднение по периоду излучения дает

$$\langle I \rangle = \frac{1}{3c^5} J_0^2 a^2 b^2.$$

– Получить потенциалы поля равномерно движущегося точечного заряда из потенциалов Лиенара-Вихерта, выразив в последних ретардированное время  $t'$  через время  $t$  наблюдения поля. Вычислить напряженности электромагнитного поля  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$ , которые создает произвольным образом движущаяся частица.

– Заряд  $e$  движется с малой скоростью  $\mathbf{v}$  и ускорением  $d\mathbf{v}/dt$  в ограниченной области. Найти приближенные выражения электромагнитного поля  $\mathbf{E}$ ,  $\mathbf{H}$  частицы в точках, расстояние  $r$  до которых от частицы велико по сравнению с размерами области движения заряда. Определить положение границы квазистационарной и волновой зон.

– Определить угловое распределение  $dI/d\Omega$  излучения заряда, рассмотренного в предыдущей задаче. Найти полное излучение.

– Найти суммарную по всем направлениям скорость потерь энергии излучающей заряженной частицы, выразив ее а) через скорость  $\mathbf{v}(t')$  и ускорение  $d\mathbf{v}/dt(t')$ , б) через скорость  $\mathbf{v}(t)$  и напряженности  $\mathbf{E}$ ,  $\mathbf{H}$  внешнего электромагнитного поля, вызывающего ускоренное движение частицы. Масса частицы  $m$ , заряд  $e$ .

– Выразить скорость потери импульса излучающей заряженной частицей через суммарную по всем направлениям скорость потери энергии.

– Скорость частицы убывает от  $v_0$  до 0 в течение промежутка времени  $\tau$ . Найти угловое распределение тормозного излучения, испущенного за все время движения частицы, считая ускорение постоянным. Какая длительность импульса будет зарегистрирована покоящимся прибором?

– Релятивистская частица с зарядом  $e$ , массой  $m$  и импульсом  $\mathbf{p}$  движется по круговой орбите в постоянном однородном магнитном поле  $\mathbf{H}$ . Радиус орбиты  $a = cp/eH$ . Найти суммарную по всем направлениям скорость потери энергии частицей.

– Ультрарелятивистский электрон движется в однородном магнитном поле с напряженностью  $\mathbf{H}$  по винтовой линии. Его скорость  $\mathbf{v}$  составляет угол  $\Theta$  с вектором  $\mathbf{H}$ . Найти энергию, теряемую электроном в единицу времени. Найти также поток энергии излучения через неподвижную сферу большого радиуса, окружающую электрон.

**К теме 4. Излучение и рассеяние электромагнитных волн.**

**Разделы темы: Взаимодействие заряженной частицы с собственным электромагнитным полем. Сила радиационного торможения в релятивистском случае. Рассеяние электромагнитных волн частицами.**

1. Записать силу радиационного трения в нерелятивистском случае. Какие трудности возникают в исследовании движения частицы при включении в уравнение движения радиационной силы?

**Решение.** В нерелятивистском приближении  $d/d\tau = d/dt$ ,  $\gamma=1$ . В соответствии с выражением, связывающим четырехмерную и трехмерную силы,  $f_\alpha = (\mathbf{F} \cdot \mathbf{v} / c, \mathbf{F})$ , где

$$\mathbf{F} = \frac{2e^2}{3c^3} \ddot{\mathbf{v}}$$

- нерелятивистская трехмерная сила радиационного трения. Запишем уравнение движения частицы в отсутствие внешних полей, но с учетом радиационной силы.

$$m\dot{\mathbf{v}} = \frac{2e^2}{3c^3} \ddot{\mathbf{v}}$$

Интегрируя данное уравнение, получаем его общее решение:

$$\mathbf{v} = \mathbf{a} + \mathbf{b}e^{t/\tau_0}, \tau_0 = 2e^2 / (3mc^3).$$

Показатель экспоненты положителен, поэтому частица ускоряется без действия силы. Однако, важно помнить, что уравнение имеет второй порядок относительно скорости, потому требует два начальных условия, а именно значение скорости и ускорения в начальный момент времени. Если на частицу не действуют силы, то ее начальное ускорение равно нулю. Тогда постоянная  $\mathbf{b}$  равна нулю, т.е. мы получаем правильный результат.

– Выразить силу радиационного трения через скорость частицы и внешнее электромагнитное поле. Для этого использовать уравнение движения частицы в пренебрежении излучением, считая радиационную силу малой.

– Какое время  $T$  прожил бы резерфордский атом водорода, если бы электрон в атоме двигался и излучал как классическая частица. Считать, что электрон, теряя энергию, движется к протону по пологой спирали, так что в каждый момент времени он излучает как заряд на круговой орбите.

– Релятивистская частица с зарядом  $e$  и массой  $m$  движется по круговой орбите в постоянном однородном магнитном поле  $\mathbf{H}$ , теряя энергию на излучение. Найти закон изменения энергии и радиуса орбиты со временем.

– Электрон в бетатроне разгоняется по орбите постоянного радиуса  $a$  вихревым электрическим полем. Последнее индуцируется временным магнитным полем частоты  $\omega$ . Найти критическое значение энергии электрона, при котором потери на излучение сравняются с

энергией, приобретаемой электроном за счет работы вихревого электрического поля.

**К теме 5. Элементы электродинамики сплошных сред. Разделы темы:**

**Электростатика проводников и диэлектриков.**

1. Центр проводящего шара, заряд которого  $q$ , находится на плоской границе раздела двух бесконечных однородных диэлектриков с проницаемостями  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$ . Найти потенциал  $\varphi$  электрического поля и распределение заряда  $\sigma$  на шаре.

**Решение.** Граничным условиям ( $\varphi = \text{const}$  на поверхности проводника и  $\varphi = 0$  при  $r \rightarrow \infty$ ) можно удовлетворить потенциалом вида  $\varphi = C/r$ ; постоянная  $C$  определяется из условия

$$\oint_S D_n dS = 4\pi q \Rightarrow C = \frac{2q}{\epsilon_1 + \epsilon_2}.$$

Отсюда находим потенциал

$$\varphi = \frac{2q}{\epsilon_1 + \epsilon_2} \frac{1}{r}$$

и распределение поверхностных зарядов

$$\sigma_1 = \frac{q\epsilon_1}{2\pi a^2(\epsilon_1 + \epsilon_2)}, \quad \sigma_2 = \frac{q\epsilon_2}{2\pi a^2(\epsilon_1 + \epsilon_2)},$$
$$\sigma_{1\text{св}} = \frac{q(\epsilon_1 - 1)}{2\pi a^2(\epsilon_1 + \epsilon_2)}, \quad \sigma_{2\text{св}} = \frac{q(\epsilon_2 - 1)}{2\pi a^2(\epsilon_1 + \epsilon_2)}.$$

2. Точечный заряд  $q$  расположен на плоской границе раздела двух однородных бесконечных диэлектриков с проницаемостями  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$ . Найти потенциал  $\varphi$ , напряженность  $\mathbf{E}$  и индукцию  $\mathbf{D}$  электрического поля.

3. Сферический конденсатор с радиусами обкладок  $a$  и  $b$  заполнен диэлектриком, проницаемость которого зависит от расстояния  $r$  до центра по закону  $\epsilon(r) = \epsilon_0 a^2/r^2$ . Показать, что емкость такого конденсатора равна емкости плоского конденсатора, заполненного однородным диэлектриком с проницаемостью  $\epsilon_0$ , у которого площадь обкладки  $4\pi a^2$ , расстояние между обкладками  $b-a$  (краевым эффектом пренебречь).

4. Точечный заряд  $q$  находится в точке  $A$  на расстоянии  $a$  от плоской границы раздела двух бесконечно протяженных однородных диэлектриков с проницаемостями  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$ . Найти потенциал  $\varphi$  электрического поля методом изображений.

5. Найти плотность  $\sigma_{\text{св}}$  связанных поверхностных зарядов, наведенных на плоской границе раздела двух однородных диэлектриков точечным зарядом  $q$  (см. предыдущую задачу). Какой результат получится при  $\epsilon_2 \rightarrow \infty$ , каков его физический смысл?

**К теме 5. Элементы электродинамики сплошных сред.**

**Разделы темы: Электрические и магнитные свойства вещества.**

1. Найти закон движения вектора намагниченности  $\mathbf{M}$  при отсутствии потерь в безграничной ферритовой среде, намагниченной до насыщения. Магнитное поле  $\mathbf{H}$  в среде постоянно и однородно.

**Решение.** Для бездиссипативной среды и в отсутствие спин-поляризованного тока уравнение Лившица-Ландау запишется в виде:

$$\frac{\partial \mathbf{M}}{\partial t} = -\gamma [\mathbf{M} \times \mathbf{H}_{\text{eff}}].$$

При намагничении до насыщения можно считать, что эффективное поле совпадает с  $\mathbf{H}$ .

Выберем систему координат так, что ось  $z$  совпадает с вектором  $\mathbf{H}$ . Тогда уравнение движение магнитного момента в проекциях на оси координат запишется в виде:

$$\frac{\partial M_x}{\partial t} = -\gamma M_y H,$$

$$\frac{\partial M_y}{\partial t} = \gamma M_x H,$$

$$\frac{\partial M_z}{\partial t} = 0.$$

Продифференцировав первое уравнение еще раз по времени с учетом второго, получим:

$$\frac{\partial^2 M_x}{\partial t^2} = -\gamma^2 M_x H^2.$$

Аналогичное уравнение получается и для  $y$ -компоненты  $\mathbf{M}$ . Для  $z$ -компоненты получаем, что  $M_z = \text{const}$ . Если угол между направлением  $\mathbf{M}$  и осью  $z$  составляет  $\theta$ , то  $M_z = M \cos \theta$ . Уравнения для  $x$ -и  $y$ -компонент момента имеют периодические решения в виде  $\sin(\omega t)$  и  $\cos(\omega t)$ , где  $\omega = \gamma H$ , причем  $M_x^2 + M_y^2 = M^2 \sin^2 \theta$ . Можно выбрать решения так:

$$M_x = M \sin \theta \cos(\omega t), M_y = M \sin \theta \sin(\omega t).$$

Вектор момента вращается вокруг вектора  $\mathbf{H}$  (прецессирует) с угловой скоростью  $\omega$ .

2. Решить предыдущую задачу с учетом потерь. Исходить из уравнения Ландау - Лифшица. Считать, что отклонения  $\mathbf{M}$  от направления  $\mathbf{H}$  малы и  $\omega_T = \gamma H_0$ .

3. Записать уравнения Максвелла и материальные уравнения, описывающие статическое электромагнитное поле в сверхпроводнике. Вывести уравнения, описывающие в этом случае распределение тока и магнитного поля.

4. Сверхпроводник заполняет полупространство  $x > 0$ , при  $x < 0$  – вакуум. В вакууме существует однородное магнитное поле  $\mathbf{H}_0 \parallel y$ . Найти распределение магнитного поля и токов в сверхпроводнике в статическом случае.

5. Найти силу, действующую на единицу поверхности сверхпроводника, рассмотренного

в предыдущей задаче. В какую сторону направлена эта сила?

6. Сверхпроводящая пленка толщиной  $2a$ , расположенная симметрично относительно плоскости  $x=0$ , находится в однородном магнитном поле  $\mathbf{H}_0 \parallel y$ . Найти распределение магнитного поля по объему пленки, а также средний магнитный момент единицы объема.

**К теме 5. Элементы электродинамики сплошных сред. Разделы темы:**

**Квазистационарное электромагнитное поле.**

1. Полупространство  $x > 0$  занято хорошо проводящей средой с проводимостью  $\sigma$  проницаемостью  $\mu$ . На его границе создано переменное магнитное поле  $\mathbf{H} = H_0 \mathbf{e}_z \cos(\omega t)$ , направленное вдоль оси  $z$ . Найти магнитное поле в проводнике.

**Решение.** Используем основное уравнение скин-эффекта:

$$\frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} = \frac{c^2}{4\pi\sigma} \nabla^2 \mathbf{H}$$

Поскольку поле вне проводника зависит от времени по гармоническому закону, то и внутри проводника  $H_z(0; t) = H_0 \cos(\omega t)$  на его границе при  $x=0$ . Поскольку уравнение линейно и к тому же содержит только вещественные коэффициенты, последующие выкладки можно существенно упростить, если перейти к комплексной записи. Будем искать решение другой, вспомогательной задачи.

Она получается заменой  $\cos(\omega t)$  в известной зависимости поля вне проводника на комплексную экспоненту:

$$H_z(0, t) = H_0 e^{-i\omega t}$$

Решение исходной задачи с вещественным полем можно получить из решения этой вспомогательной задачи с комплексным полем путём отделения вещественной части. Поскольку магнитное поле вне проводника пропорционально  $\exp(-i\omega t)$ , предположим, что решение вспомогательной задачи следует искать в виде

$$H_z(x, t) = H(x) e^{-i\omega t}.$$

Подставив эту зависимость в уравнение с частными производными, получим обыкновенное дифференциальное уравнение:

$$\frac{d^2 H}{dx^2} = -\frac{2i}{\delta^2} H, \quad \delta = \frac{c}{\sqrt{2\pi\sigma\mu\omega}}.$$

Общее решение обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами следует искать в виде суммы экспонент  $A e^{ikx}$  с постоянными коэффициентами  $A$  и  $k$ . Коэффициент  $k$  находим, подставив  $\exp(ikx)$  в последнее уравнение. Получившееся алгебраическое уравнение имеет два корня:

$$k_{\pm} = \pm \frac{1+i}{\delta}.$$

Один из них ( $k_+$ ) отвечает убывающему, а другой ( $k_-$ ) - нарастающему вглубь проводника (при  $x \rightarrow \infty$ ) переменному магнитному полю. Нарастающее решение следует отбросить, так как оно отвечает бессмысленному увеличению магнитного поля вплоть до бесконечного значения при удалении от источника поля, каковым является поле на границе. Таким образом, внутри проводника, в области  $x > 0$ , решение вспомогательной задачи имеет вид:

$$H_z(x, t) = A \exp(-(1-i)x/\delta) \exp(-i\omega t).$$

Коэффициент  $A$  находим из условия непрерывности тангенциальной проекции напряжённости магнитного поля на границе проводника при  $x=0$ . Поскольку вне проводника при  $x=0$  напряжённость магнитного поля изменяется по закону  $H_z(0; t) = H_0 \exp(-i\omega t)$ , заключаем, что  $A = H_0$ . Отделяя вещественную часть комплексной функции находим вещественное магнитное поле в проводнике:

$$H_z(x, t) = H_0 \exp(-x/\delta) \cos(\omega t - x/\delta).$$

2. Металлический цилиндр бесконечной длины с проводимостью  $\sigma$  и магнитной проницаемостью  $\mu$  расположен так, что его ось совпадает с осью бесконечного соленоида кругового сечения, по которому течет переменный ток  $J_0 e^{i\omega t}$ . Найти напряженность магнитного и электрического поля во всем пространстве, а также распределение плотности тока  $j$  в цилиндре; радиус цилиндра  $a$ , радиус соленоида  $b$ , число витков на единицу длины  $n$ .

3. Проводящий цилиндр находится в однородном переменном магнитном поле  $H = H_0 e^{i\omega t}$ , параллельном его оси. Используя результаты предыдущей задачи, исследовать распределение плотности тока  $j$  внутри цилиндра в предельных случаях малых и больших частот.

4. Металлический цилиндр находится во внешнем однородном магнитном поле  $H = H_0 e^{i\omega t}$ , перпендикулярном его оси. Радиус цилиндра  $a$ , проводимость  $\sigma$ , магнитная проницаемость  $\mu = 1$ . Найти результирующее поле и плотность тока  $j$  в цилиндре.

5. Найти диссипацию энергии на единицу длины бесконечного проводящего кругового цилиндра, помещенного в поперечное относительно оси цилиндра магнитное поле, меняющееся с частотой  $\omega$ .

6. Бесконечный металлический цилиндр радиуса  $a$  с проводимостью  $\sigma$  и магнитной проницаемостью  $\mu$  находится в постоянном и однородном, продольном относительно его оси. магнитном поле. В некоторый момент времени внешнее поле выключается и поддерживается затем равным нулю. Найти ход затухания со временем магнитного поля в цилиндре.

7. Металлический шар помещен в однородное магнитное поле, меняющееся с частотой  $\omega$ . Найти результирующее поле  $H$  и среднюю поглощаемую шаром мощность  $Q$  при больших частотах. Радиус шара  $a$ , магнитная проницаемость  $\mu$ , проводимость  $\sigma$ . Указание. При определении поля вне шара считать, что внутри шара поле равно нулю (т. е. пренебречь глубиной проникновения  $\delta$  по сравнению с радиусом шара  $a$ ). При определении поля внутри шара

считать его поверхность плоской.

8. Найти активное сопротивление  $R$  тонкого цилиндрического проводника при скин-эффекте. Длина проводника  $L$ , радиус  $a$ , проводимость  $\sigma$ , магнитная проницаемость  $\mu=1$ . Исследовать предельные случаи малых и больших частот.

9. Переменный ток  $J_0 e^{i\omega t}$  течет по полому цилиндрическому проводнику, у которого средний радиус  $a$ , проводимость  $\sigma$ , магнитная проницаемость  $\mu$ , толщина  $h \ll a$ . Найти распределение плотности тока  $j$  по сечению и активное сопротивление  $R$  на единицу длины. Указать условие, при выполнении которого сопротивление полого проводника будет мало отличаться от сопротивления сплошного проводника такого же радиуса.

### Контрольные и самостоятельные работы

#### Примерные варианты для аудиторной контрольной работы.

#### К теме 1. Основные понятия электродинамики. Уравнения Максвелла.

1. Заряд распределен в пространстве по периодическому закону  $\rho = \rho_0 \cos \alpha x \cos \beta y \cos \gamma z$ , образуя бесконечную пространственную периодическую решетку. Найти потенциал  $\phi$  электрического поля.

2. Бесконечно длинный круговой цилиндр радиуса  $R$  равномерно заряжен по объему или по поверхности так, что на единицу его длины приходится заряд  $\lambda$ . Найти потенциал и напряженность электрического поля.

3. Прямолинейная, бесконечно длинная полоса имеет ширину  $a$ . Вдоль полосы течет ток  $J$ , равномерно распределенный по ее ширине. Найти магнитное поле. Проверить результат, рассмотрев предельный случай поля на больших расстояниях.

4. Определить магнитное поле  $H$  на оси соленоида с густой намоткой, имеющего форму цилиндра. Высота цилиндра  $h$ , радиус  $a$ , число витков на единицу длины  $n$ , сила тока  $J$ .

#### К теме 3. Вариационные принципы электродинамики.

1. Найти пробег релятивистской заряженной частицы с зарядом  $e$ , массой  $m$  и начальной энергией  $E_0$  в тормозящем однородном электрическом поле  $E$ , параллельном начальной скорости частицы.

2. Релятивистская частица с зарядом  $e$  и массой  $m$  движется в однородном постоянном магнитном поле  $H$ . В начальный момент времени частица находилась в точке с радиусом-вектором  $r_0$ , обладая импульсом  $p_0$ . Определить закон движения частицы.

3. Нерелятивистская заряженная частица с зарядом  $e$  и массой  $m$  проходит через двумерное электростатическое поле с потенциалом  $(\phi = k(x^2 - y^2))$ , где  $k = \text{const} > 0$ . В момент времени  $t=0$  частица находится в точке с координатами  $(x_0, y_0, z_0)$ ; начальная скорость  $v_0$  параллельна оси  $z$ . Определить движение частицы.

4. Между обкладками цилиндрического конденсатора с радиусами  $a$  и  $b$  поддерживается разность потенциалов  $V$ . В пространстве между обкладками имеется аксиально симметричное поле магнитное поле, напряженность которого параллельна оси конденсатора. Из внутренней обкладки, играющей роль катода, вылетают электроны с нулевой начальной скоростью. Найти критическое значение потока магнитного поля  $\Phi_{кр}$  между обкладками, при котором электроны перестанут попадать на анод вследствие искривления их траекторий в магнитном поле.

#### **Примерные варианты для домашней самостоятельной работы.**

#### **К теме 1. Уравнения Максвелла. Основные понятия и принципы электродинамики.**

1. Найти потенциал и напряженность электрического поля равномерно заряженной прямолинейной бесконечной нити.

2. Найти потенциал и напряженность электрического поля равномерно заряженного прямолинейного отрезка длиной  $2a$ , занимающего часть оси  $z$  от  $-a$  до  $+a$ ; заряд отрезка  $q$ .

3. Найти потенциал и напряженность  $E$  электрического поля шара, равномерно заряженного по объему. Радиус шара  $R$ , заряд  $q$ .

4. Найти потенциал и напряженность электрического поля на оси равномерно заряженного круглого тонкого диска радиуса  $R$ ; заряд диска  $q$ . Убедиться в том, что на поверхности диска нормальная составляющая  $E$  испытывает скачок  $4\pi\sigma$ . Рассмотреть поле на больших расстояниях от диска.

5. Противоположно направленные токи равной величины  $J$  текут по двум тонким бесконечно длинным параллельным пластинам, совпадающим с двумя гранями бесконечной призмы прямоугольного сечения. Ширина пластин  $a$ , расстояние между ними  $b$ . Найти силу взаимодействия на единицу длины  $f$ .

6. Найти векторный потенциал и магнитное поле создаваемые двумя прямолинейными параллельными токами  $J$ , текущими в противоположных направлениях. Расстояние между токами  $2a$ .

7. Рамка с током  $J_2$  состоит из дуги окружности с углом  $2(\pi-\varphi)$  и соединяющей ее концы хорды. Радиус дуги  $a$ . Нормально к плоскости рамки через центр окружности проходит длинный прямой провод с током  $J_1$ . Найти момент сил  $N$ , приложенный к рамке.

8. Линия состоит из двух коаксиальных тонких цилиндрических оболочек с радиусами  $a$  и  $b$  ( $a < b$ ). Найти коэффициент самоиндукции на единицу длины.

9. Две плоские монохроматические линейно поляризованные волны одной частоты распространяются вдоль оси  $z$ . Первая волна поляризована по  $x$  и имеет амплитуду  $a$ , вторая поляризована по  $y$ , имеет амплитуду  $b$  и опережает первую по фазе на  $\chi$ . Найти поляризацию результирующей волны.

10. Две монохроматические волны одной частоты поляризованы по кругу с

противоположными направлениями вращения, имеют одинаковые фазы и распространяются в одном направлении. Амплитуды этих волн  $a$  (у правополяризованной волны) и  $b$  (у левополяризованной волны). Найти зависимость характера поляризации от  $a/b$  ( $a$  и  $b$  можно выбрать вещественными).

### **К теме 3. Вариационные принципы в электродинамике.**

1. Распределение электронов в параллельном пучке обладает аксиальной симметрией и характеризуется объемной плотностью заряда  $\rho$  в системе отсчета, связанной с электронами. Электроны ускорены разностью потенциалов  $V$ . Полный ток в пучке равен  $J$ . Найти величину электромагнитной силы  $F$ , приложенной к одному из электронов пучка в лабораторной системе отсчета.

2. Частица с зарядом  $e$  и массой  $m$  движется с произвольной скоростью в однородном постоянном электрическом поле  $\mathbf{E}$ . В начальный момент времени частица находилась в начале координат и имела импульс  $\mathbf{p}_0$ . Определить трехмерные координаты и время  $t$  частицы в лабораторной системе, в функции ее собственного времени  $\tau$ . Исключив  $\tau$ , представить трехмерные координаты частицы в зависимости от  $t$ .

3. Нерелятивистская частица с зарядом  $e$  и массой  $m$  движется в скрещенных постоянных однородных электрическом  $\mathbf{E} = (0, E_y, E_z)$  и магнитном  $\mathbf{H} = (0, 0, H_z)$  полях. В начальный момент  $t=0$  частица находилась в начале координат и имела скорость  $\mathbf{v} = (V_{0x}, 0, V_{0z})$ . Определить зависимости  $x(t)$ ,  $y(t)$ ,  $z(t)$ .

4. По бесконечно длинному прямому цилиндрическому проводу радиуса  $a$  течет ток  $J$ . С поверхности провода срывается электрон, начальная скорость  $v_0$  которого направлена вдоль провода. Найти наибольшее расстояние  $b$ , на которое электрон может удалиться от оси проводника.

5. В бетатроне во время ускорения электрона магнитное поле непрерывно нарастает, порождая разгоняющую электрон э. д. с. индукции, а орбита его остается неизменной. Доказать, что для ускорения электрона на орбите постоянного радиуса необходимо, чтобы полный магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий орбиту, был вдвое больше потока, который получился бы, если бы поле внутри орбиты было однородно и равно полю на орбите (бетатронное правило «2:1»).

6. Бесконечно длинная равномерно заряженная прямая с линейной плотностью заряда  $\lambda$  в системе, где прямая покоится, перемещается вдоль своей длины равномерно со скоростью  $v$ . На расстоянии  $r$  от нее находится точечный заряд, движущийся параллельно прямой с той же скоростью. Найти электромагнитную силу  $F$ , действующую на заряд; скорость  $v$  произвольна.

7. Незаряженная проволочная петля с током  $J$ , имеющая форму прямоугольника со сторонами  $a$  и  $b$ , движется равномерно со скоростью  $\mathbf{V}$  вдоль стороны  $a$ . Найти распределение электрических зарядов на петле.

### К теме 5. Элементы электродинамики сплошных сред.

1. Центр проводящего шара, заряд которого  $q$ , находится на плоской границе раздела двух бесконечных однородных диэлектриков с проницаемостями  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$ . Найти потенциал  $\phi$  электрического поля, а также распределение заряда на шаре.

2. Плоский конденсатор заполнен диэлектриком, проницаемость которого изменяется по закону  $\epsilon = \epsilon_0(x+a)/a$ , где  $a$  - расстояние между обкладками, ось  $x$  направлена перпендикулярно обкладкам, площадь которых  $S$ . Пренебрегая краевым эффектом, найти емкость  $C$  такого конденсатора и распределение в нем связанных зарядов, если к обкладкам приложена разность потенциалов  $V$ .

3. Точечный заряд  $q$  находится в однородном диэлектрике на расстоянии  $a$  от плоской границы бесконечно протяженного проводника. Найти электрическое поле  $\phi$  в диэлектрике, распределение индуцированных зарядов на металле и силу  $F$ , действующую на заряд  $q$ .

4. Незаряженный металлический шар радиуса  $R$  вносится в электрическое поле, которое в отсутствие шара было однородным и равным  $E_0$ . Диэлектрическая проницаемость окружающей среды  $\epsilon_0 = \text{const}$ . Определить результирующее поле  $\phi$  и плотность поверхностных зарядов  $\sigma$  на шаре.

5. Заземленная проводящая плоскость имеет выступ в форме полусферы радиуса  $a$ . Центр сферы лежит на плоскости. На оси симметрии системы, на расстоянии  $b > a$  от плоскости находится точечный заряд  $q$ . Используя метод изображений, найти поле.

6. Пусть в неограниченной ферромагнитной среде наряду с однородным постоянным полем  $\mathbf{H}_0$  действует высокочастотное поле  $\mathbf{h} e^{i\omega t}$  ( $\mathbf{h} = \text{const}$ ). Считая  $h \ll H_0$  и пренебрегая потерями, найти в линейном по  $h$  приближении вынужденные колебания вектора намагниченности  $\mathbf{M}$ .

7. В неограниченной намагниченной до насыщения ферритовой среде кроме постоянного магнитного поля  $H_0 = H_z$  действует переменное поле, поляризованное по кругу:  $H_x = h \cos \omega t$ ,  $H_y = h \sin \omega t$ ,  $h = \text{const}$ . Найти точное решение уравнения Ландау-Лифшица, соответствующее вынужденной прецессии вектора  $\mathbf{M}$  с частотой внешнего поля. Диссипацию энергии не рассматривать.

8. Бесконечно длинный круговой сверхпроводящий цилиндр находится во внешнем однородном магнитном поле  $\mathbf{H}_0 \parallel z$ . Ось цилиндра параллельна полю. Найти распределение магнитного поля по объему цилиндра и средний магнитный момент единицы объема.

9. Широкая плита с проводимостью  $\sigma$  и магнитной проницаемостью  $\mu$ , ограниченная плоскостями  $x = \pm h$ , обмотана проводом, по которому протекает ток  $J_0 e^{i\omega t}$ . Провод тонкий, число витков на единицу длины  $n$ , витки намотаны параллельно друг другу. Пренебрегая краевым эффектом, определить вещественную амплитуду магнитного поля внутри плиты.

Исследовать предельные случаи слабого ( $\delta \gg \hbar$ ) и сильного ( $\delta \sim \hbar$ ) скин-эффекта.

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

#### Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Преобразования Лоренца
2. Четырехмерные векторы
3. Принцип наименьшего действия в релятивистской механике
4. Четырехмерный потенциал поля
5. Калибровочная инвариантность
6. Постоянное электромагнитное поле
7. Движение в постоянном однородном электрическом поле
8. Движение в постоянном однородном магнитном поле
9. Движение заряда в постоянных однородных электрическом и магнитном полях
10. Тензор электромагнитного поля
11. Преобразования Лоренца для поля
12. Первая пара уравнений Максвелла
13. Действие для электромагнитного поля
14. Вторая пара уравнений Максвелла
15. Четырехмерный вектор тока. Уравнение непрерывности
16. Плотность и поток энергии
17. Тензор энергии-импульса
18. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля
19. Закон Кулона. Электростатическая энергия взаимодействия зарядов
20. Поле равномерно движущегося заряда
21. Дипольный момент. Квадрупольный момент
22. Система зарядов во внешнем поле
23. Постоянное магнитное поле. Закон Био-Савара
24. Магнитный момент
25. Волновое уравнение. Плоские волны
26. Монохроматическая плоская волна
27. Спектральное разложение
28. Частично поляризованный свет
29. Запаздывающие потенциалы
30. Потенциалы Лиенара-Вихерта
31. Дипольное излучение
32. Квадрупольное и магнитно-дипольное излучение

- 33.Излучение быстро движущегося заряда
34. Магнито-тормозное излучение
- 35.Торможение излучением
- 36.Электростатическое поле проводников
- 37.Методы решения электростатических задач
- 38.Электростатическое поле в диэлектриках
- 39.Диэлектрическая проницаемость
- 40.Плотность тока и проводимость
- 41.Постоянное магнитное поле. Намагниченность
- 42.Магнитное поле постоянных токов
- 43.Энергия системы токов
- 44.Самоиндукция линейных проводников
- 45.Ферромагнетик вблизи точки Кюри
- 46.Кривая намагниченности ферромагнетиков
- 47.Магнитные свойства сверхпроводников
- 48.Сверхпроводящий ток
49. Уравнения квазистационарного поля
50. Глубина проникновения магнитного поля в проводник
51. Скин-эффект
- 52.Комплексное сопротивление.

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и	хорошо		71-85

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
	контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## 9. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### *Основная литература.*

1. Будагян, И. Ф. Электродинамика: учебное пособие / И.Ф. Будагян, В.Ф. Дубровин, А.С. Сигов. - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2019. - 304 с. - (Магистратура). - ISBN 978-5-98281-329-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1010105>

### *Дополнительная литература.*

1. Кондратьев, Е. Ф. Лекции по электромагнетизму [Электронный ресурс]: краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев; Калинингр. гос. ун-т. - Калининград: КГУ, 1998 - 2000. - Бессрочная лицензия. Ч. 1. - 1998. - 1 on-line, 89 с. - Б.ц. Имеются экземпляры в отделах: ЭБС Кантиана(1).

## 10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

### «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций

- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – <https://lms.kantiana.ru/>, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- платформа для проведения онлайн вебинаров <https://webinar.ru/>;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

#### **1. Наименование дисциплины: «Термодинамика и статистическая физика».**

**Целью** курса «Термодинамика и статистическая физика» является - формирование у студентов современное представление об основных методах статистического и термодинамического (феноменологического) описания свойств равновесных и неравновесных макроскопических систем, состоящих из большого числа частиц.

**Задачами** дисциплины освоение основ классической статистической физики равновесных систем; термодинамического (феноменологического) описания равновесного состояния макроскопических систем и квазистатических процессов; свойств необратимых процессов приближения к термодинамическому равновесию; условий равновесия и устойчивости термодинамических систем; характеристик флуктуаций в равновесных системах; основ квантовой статистики.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p>ОПК-1 Способен использовать знания в области физики, математики и инженерии для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p>ОПК-1.1. Демонстрирует знания законов физики и математического аппарата.                      ОПК-1.2. Решает физические и инженерные задачи, используя математический аппарат.                      ОПК-1.3. Решает задачи профессиональной деятельности через решение фундаментальных физических и инженерных задач.</p>	<p><b>Знать:</b>                      -Основные определения и понятия термодинамики и статистической физики                      - Общие теоремы и принципы для анализа различных систем с большим числом частиц                      - Методы термодинамики и статистической физики для анализа и решения различных физических задач, связанных с термодинамическими системами</p> <p><b>Уметь:</b>                      - Применять методы термодинамики и статистической физики -общие теоремы и принципы;                      - Применять методы термодинамики и статистической физики при решении теоретических и прикладных задач.                      - Делать быстрый прикидочный расчет для термодинамических систем.</p> <p><b>Владеть:</b>                      - Инструментарием для статистического описания систем и термодинамических процессов;                      - Методами расчетов описания динамики термодинамических систем                      - Методами описания физических процессов.</p>

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p>ОПК-2. Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.</p>	<p>ОПК-2.1. Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из области физико-математических наук и инженерии.  ОПК-2.2. Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии.  ОПК-2.3. Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b>  Современные методы и подходы в инженерии, применимые для проектирования решений научно-исследовательских задач  <b>Уметь:</b>  проводить поиск и анализ научно-технической информации для выявления актуальных исследовательских проблем  <b>Владеть:</b>  Способностью интегрировать знания из термодинамики и статистической физики для решения практических задач в различных сферах деятельности</p>

### **Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Термодинамика и статистическая физика» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин подготовки студентов.

### **Виды учебной работы по дисциплине.**

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### **Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)**

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно- заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается

студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

1	Тема 1. Основные понятия и исходные положения термодинамики	Термодинамические системы, параметры и равновесие Исходные положения термодинамики и их обсуждение Гомогенные и гетерогенные системы. Фазы и компоненты Равновесные и неравновесные процессы Внутренняя энергия системы. Работа и теплота Термические и калорическое уравнения состояния
2	Тема 2. Основные законы и уравнения термодинамики. Первое начало термодинамики	Уравнение первого начала термодинамики Теплоемкости и теплоты изотермического изменения внешних параметров Основные термодинамические процессы и их уравнения Связь модулей упругости с теплоемкостями
3	Тема 3 Второе начало термодинамики	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Общая характеристика и исходная формулировка второго начала термодинамики</li> <li><input type="checkbox"/> Обратимые и необратимые процессы</li> <li><input type="checkbox"/> Принцип адиабатной недостижимости и второе начало для равновесных процессов. Энтропия и термодинамическая температура</li> <li><input type="checkbox"/> Математическое обоснование существования энтропии и термодинамической температуры</li> <li><input type="checkbox"/> Основное уравнение термодинамики для равновесных процессов.</li> <li><input type="checkbox"/> Связь между термическим и калорическим уравнениями состояния</li> <li><input type="checkbox"/> Вычисление энтропии. Парадокс Гиббса</li> <li><input type="checkbox"/> Второе начало термодинамики для неравновесных процессов</li> <li><input type="checkbox"/> Основное уравнение и основное неравенство термодинамики</li> <li><input type="checkbox"/> Цикл Карно и теоремы Карно</li> <li><input type="checkbox"/> Самопроизвольный переход теплоты</li> <li><input type="checkbox"/> Пределы применимости второго начала термодинамики. Направление времени</li> </ul>
4	Тема 4 Третье начало термодинамики	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Формулировка третьего начала термодинамики</li> <li><input type="checkbox"/> Некоторые следствия третьего начала термодинамики</li> </ul>
5	Тема 5 Методы термодинамики	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Метод циклов</li> <li><input type="checkbox"/> Метод термодинамических потенциалов Уравнение Гиббса—Гельмгольца.</li> <li><input type="checkbox"/> Термодинамические потенциалы идеального газа</li> <li><input type="checkbox"/> Термодинамические потенциалы сложных систем и систем с переменным числом частиц</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Общие условия термодинамического равновесия</li> </ul>

6	Тема 6 Условия равновесия и устойчивости термодинамических систем	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> и устойчивости</li> <li><input type="checkbox"/> Условия равновесия двухфазной однокомпонентной системы</li> <li><input type="checkbox"/> Условия устойчивости равновесия однородной системы</li> <li><input type="checkbox"/> Принцип Ле Шателье—Брауна</li> </ul>
7	Тема 7 Термодинамика различных физических систем	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Термодинамика гальванических и топливных элементов. Определение химического сродства</li> <li><input type="checkbox"/> Охлаждение газа при необратимом и обратимом адиабатных расширениях</li> <li><input type="checkbox"/> Термодинамика диэлектриков и магнетиков</li> <li><input type="checkbox"/> Равновесие гомогенной системы Равновесие гетерогенной системы</li> <li><input type="checkbox"/> Термодинамика излучения</li> <li><input type="checkbox"/> Термодинамика плазмы</li> </ul>
8	Тема 8 Фазовые переходы и критические явления	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Классификация фазовых переходов. Фазовые переходы первого рода</li> <li><input type="checkbox"/> Уравнение Клапейрона — Клаузиуса</li> <li><input type="checkbox"/> Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста</li> <li><input type="checkbox"/> Термодинамика сверхпроводящего перехода</li> <li><input type="checkbox"/> Критические и закритические явления</li> <li><input type="checkbox"/> Термодинамическая теория критических индексов</li> </ul>
9	Тема 9 Предмет, метод и методология статистической физики	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Предмет и метод статистической физики</li> <li><input type="checkbox"/> К вопросу возникновения и развития молекулярно-кинетической теории материи Место статистической физики в раскрытии материалистической картины мира</li> <li><input type="checkbox"/> Феноменологические и молекулярно-кинетические теории</li> <li><input type="checkbox"/> Модельность в статистической физике. Классическая и квантовая модели вещества</li> </ul>
10	Тема 10 Основные представления классической статистической физики	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Невозможность последовательного механического описания физических многих частиц</li> <li><input type="checkbox"/> Макроскопическое и микроскопическое описание системы в термодинамическом равновесии</li> <li><input type="checkbox"/> Изображение системы в фазовом пространстве</li> <li><input type="checkbox"/> Элемент фазового объема. Вероятность нахождения системы в фазовом пространстве</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Теорема о сохранении фазового объема (Теорема Лиувилля)</li> <li><input type="checkbox"/> Макроскопические величины как фазовые средние</li> </ul>

11	Тем 11 Стационарные функции распределения	Микроканоническое распределение Каноническое распределение Гиббса Свойства канонического распределения Физический смысл параметров канонического распределения Энтропия и ее связь с вероятностью состояния Распределение Максвелла — Больцмана Большое каноническое распределение Гиббса
12	Тема 12 Микросостояния в квантовой механике. Матрица плотности	Смешанный квантовый ансамбль. Статистический оператор, матрица плотности, свойства матрицы плотности. Уравнение Лиувилля - Неймана.
13	Тема 13 Распределение Ферми и Бозе	Распределение Ферми Распределение Бозе Неравновесные Ферми- и Бозе-газы Ферми- и бозе-газы элементарных частиц Вырожденный электронный газ Теплоемкость вырожденного электронного газа Магнетизм электронного газа. Слабые поля Магнетизм электронного газа. Сильные поля Релятивистский вырожденный электронный газ Вырожденный бозе-газ Черное излучение
14	Тема 14 Флуктуации	Распределение Гаусса Распределение Гаусса для нескольких величин Флуктуации основных термодинамических величин Флуктуации в идеальном газе Формула Пуассона Флуктуации в растворах
15	Тема 15 Кинетическое уравнение Больцмана	Общий вид кинетического уравнения Интеграл столкновений Использование принципа детального равновесия Следствия из уравнения Больцмана. Равновесное распределение молекул по скоростям H — теорема Больцмана Приближение времени релаксации

### Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

Тема 1. Основные понятия и исходные положения термодинамики

Тема 2. Основные законы и уравнения термодинамики. Первое начало термодинамики

Тема 3 Второе начало термодинамики

Тема 4 Третье начало термодинамики

Тема 5 Методы термодинамики

Тема 6 Условия равновесия и устойчивости термодинамических систем

Тема 7 Термодинамика различных физических систем

Тема 8 Фазовые переходы и критические явления

Тема 9

Предмет, метод и методология статистической физики  
Тема 10 Основные представления классической статисти- статистической физики  
Тем 11 Стационарные функции распределения  
Тема 12 Микросостояния в квантовой механике. Матрица плотности Тема 13 Распределение Ферми и Бозе  
Тема 14 Флуктуации  
Тема 15 Кинетическое уравнение Больцмана

Рекомендуемая тематика практических занятий:

1. Уравнения состояния
2. Работа и количество теплоты
3. Теплоемкость и политропические процессы. Внутренняя энергия
4. Коэффициенты полезного действия тепловых двигателей. Метод циклов и его применение
5. Энтропия и ее изменение для различных процессов. Характеристические функции
6. Условия термодинамического равновесия и фазовые переходы Низкие температуры. Теорема Нерста
7. Применение термодинамики к химическим процессам
8. Фазовое пространство. Вычисление фазовых объемов. Подсчет числа квантовых состояний
9. Микроканоническое распределение Каноническое распределение Гиббса Большое каноническое распределение
10. Распределения Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна, Больцмана Тепловое излучение
11. Флуктуации термодинамических величин Неравновесные системы

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

10. Термодинамика диэлектриков
11. Термодинамика парамагнетиков
12. Термодинамика ферромагнетиков
13. Статистика диэлектриков
14. Статистика Парамагнетиков

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно- педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые

консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## 1. Методические рекомендации по видам занятий

### Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью выяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

### Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

### Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 2. Фонд оценочных средств

### **Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины**

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Основные понятия и исходные положения термодинамики	ОПК-1, ОПК-2	Опрос

Тема 2. Основные законы и уравнения термодинамики. Первое начало термодинамики	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 3 Второе начало термодинамики	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 4 Третье начало термодинамики	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 5 Методы термодинамики	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 6 Условия равновесия и устойчивости термодинамических систем	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 7 Термодинамика различных физических систем	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа
Тема 8 Фазовые переходы и критические явления	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 9 Предмет, метод и методология статистической физики	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 10 Основные представления классической статистической физики	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 11 Стационарные функции распределения	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 12 Микросостояния в квантовой механике. Матрица плотности	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 13 Распределение Ферми и Бозе	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 14 Флуктуации	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа
Тема 15 Кинетическое уравнение Больцмана	ОПК-1, ОПК-2	Опрос

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности процессе текущего контроля**

### **Вариант 1**

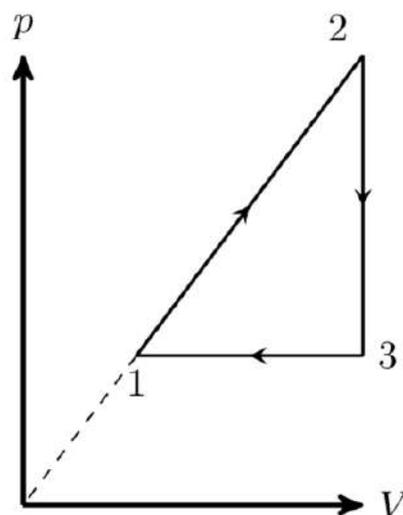
1. Покажите, что для однородной изотропной системы справедливо равенство  $c_p = T \left[ \left( \frac{\partial^2 H}{\partial S^2} \right)_p \right]^{-1}$ , где  $H$ - энтальпия,  $S$ - энтропия,  $c_p$ - теплоемкость при постоянном давлении,  $T$ -абсолютная температура
2. Стержень длиной  $l$  растягивается под действием силы  $f$ . Найдите связь между изотермическим и адиабатическим коэффициентами удлинения  $\frac{1}{l} \frac{\partial l}{\partial f}$ , считая, что деформация является упругой и длина стержня зависит от температуры
3. Чему равно отношение  $\frac{c_p}{c_v}$  для газовой смеси из двух киломолей гелия 0,5 киломоля кислорода.

## Вариант 2

1. Докажите, что при фазовых превращениях первого рода удельная свободная энергия и удельная энтальпия испытывают разрыв.

2. Получите формулу для к.п.д. цикла Ленуара, состоящего из изохорического, адиабатического и изобарического процессов (см. рис.). Параметром цикла является степень повышения давления

$$\delta = \frac{p_2}{p_1}$$



3. Какую долю количества теплоты, сообщаемого идеальному газу в процессе политропического расширения, составляет совершаемая им работа?

## Примеры вопросов

### для устного опроса:

1. Какие системы называют термодинамическими?
2. Что называют эмпирической температурой?
3. Какой процесс называют квазистатическим?
4. Какие способы передачи энергии различаются в термодинамике и как их отличить?
5. Чему равно общее число термических и калорических уравнений состояния системы.
6. Сформулируйте принцип адиабатной недостижимости Каратеодори
7. Почему температура, измеряемую по шкале Кельвина, называется абсолютной?
8. Сформулируйте парадокс Гиббса
9. В каких случаях достаточно одного уравнения для полного описания термодинамической системы
10. Какая величина остаётся неизменной при необратимом адиабатном расширении?
11. Почему термодинамическое описание ферромагнетиков значительно сложнее термодинамического описания парамагнетиков?

12. Сколько может быть тройных точек в однокомпонентной системе и почему?
13. В каком случае функция распределения является первым интегралом движения системы?
14. Почему функция распределения замкнутой системы зависит только от энергии.
15. Что означает интеграл со штрихом и для чего он был введён?
16. Чем отличается микроканоническое распределение в квантовом и классических случаях и с чем связано это отличие?
17. Объяснить, почему изолированная макроскопическая система стремится к состоянию равновесия с точки зрения статистической физики
18. Распределение Максвелла выводится из распределения Гиббса, почему его нельзя считать частным случаем распределения Гиббса
19. Почему в классической физике частицы являются различимыми, а в квантовой нет?
20. Почему число частиц на нижнем энергетическом уровне вблизи абсолютного нуля нельзя считать в квазиклассическом приближении?
21. В каком случае электроны в металле могут рассматриваться при помощи классической статистики?
22. Почему статистическая теория флуктуаций строится на основе энтропии?
23. Как выглядит уравнение состояния квантового идеального газа
24. Как в квантовой статистической физике посчитать среднее от произвольной физической величины?

### **Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**

1. Термодинамические системы, параметры, равновесие. Постулаты термодинамики. Гомогенные и гетерогенные системы, фазы, компоненты. Равновесные и неравновесные процессы.
2. Внутренняя энергия, работа и теплота. Термическое и калорическое уравнения состояния. Уравнения состояния реальных газов.
3. Первое начало термодинамики. Теплоёмкость и теплоты изотермического изменения внешних параметров.
4. Основные термодинамические процессы и их уравнения. Модули упругости.
5. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы.
6. Принцип адиабатной недостижимости. Второе начало термодинамики для равновесных процессов. Энтропия. Термодинамическая температура.
7. Энтропия и термодинамическая температура, математическое обоснование их существования.
8. Основное уравнения термодинамики равновесных процессов. Связь между термическими и калорическим уравнениями состояния. Парадокс Гиббса.
9. Второе начало термодинамики для неравновесных процессов. Основное уравнение и основное неравенство термодинамики.
10. Цикл Карно. Теоремы Карно.
11. Третье начало термодинамики и его следствия.
12. Метод циклов. Пример использования метода циклов.
13. Метод термодинамических потенциалов. Характеристические функции. Физический смысл термодинамических потенциалов.
14. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Использование свойств Якобианов при решении задач термодинамики.
15. Термодинамические потенциалы сложных систем. Химический потенциал.
16. Общие условия термодинамического равновесия и устойчивости.
17. Условия равновесия двухфазной однокомпонентной системы. Условия устойчивости равновесия однородной системы.
18. Принцип Ле Шателье-Брауна
19. Эффект Джоуля-Томсона.
20. Термодинамика диэлектриков и парамагнетиков.
21. Равновесие гомогенной системы. Закон действующих масс.

22. Равновесие гетерогенной системы. Правило фаз Гиббса. Кривые равновесия, тройная точка.
23. Классификация фазовых переходов. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
24. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста.
25. Предмет и методы статистической физики и термодинамики. Фазовое пространство. Статистический ансамбль. Эргодическая гипотеза
26. Теорема Луивилля. Методы проверки теоремы Луивилля. Зависимость функции распределения от энергии.
27. Микро- и макросостояния квантовой механике. Матрица плотности. Уравнение Луивилля-Неймана.
28. Микроканоническое распределение. Статистическое определение энтропии. Энтропия микроканонического ансамбля.
29. Каноническое распределение Гиббса, его свойства.
30. Физический смысл параметров канонического распределения Гиббса. Энтропия и ее связь с вероятностью состояния.
31. Идеальный газ. Вывод калорического и термического уравнения состояния.
32. Распределение Максвелла-Больцмана. Распределение Максвелла по скоростям, по энергиям, по модулю скорости. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
33. Большое каноническое распределение Гиббса. Термодинамический смысл большого термодинамического потенциала.
34. Частичные функции распределения.
35. Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна.
36. Ферми и Бозе газы элементарных частиц.
37. Вырожденный электронный газ. Энергия Ферми.
38. Вырожденный Бозе газ. Бозе конденсация.
39. Чёрное излучение. Распределение Планка. Закон Стефана-Больцмана.
40. Флуктуации. Распределение Гаусса для одной и нескольких величин.
41. Флуктуации основных термодинамических величин.
42. Кинетическое уравнение Больцмана. Интеграл столкновений. Приближение релаксации
43. Статистика парамагнетиков

• **Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания**

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенной	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100

Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70

Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня	неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55	
---------------	---	---------------------	------------	----------	--

**9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

**Основная литература**

1. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика: учебное пособие для вузов: в 10 т. Том 5. Статистическая физика. Часть 1 / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц; под. ред. Л. П. Питаевского. — 6-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2018. - 620 с. - ISBN 978-5-9221-1510-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1223531>

**Дополнительная литература**

- Базаров, И. П. Термодинамика: Учеб. для физ. спец. ун-тов/ И. П. Базаров. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Высш. шк., 1983. - 344 с.: ил.
- Румер, Ю. Б. Термодинамика, статистическая физика и кинетика: [Учеб. пособие для физ. спец. вузов]/ Ю. Б. Румер, М. Ш. Рывкин. - Москва: Наука, 1977. - 552 с. - Библиогр.: с. 551-552 (52 назв.).
- Шитик, Т. В. Техническая термодинамика и теплопередача: учебное пособие / Т. В. Шитик. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. - 184 с. - ISBN 978-5-9729-1087-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1902597>

**15. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента

- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

#### **16. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – <https://lms.kantiana.ru/>, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- платформа для проведения онлайн вебинаров <https://webinar.ru/>;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

#### **17. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

#### **1. Наименование дисциплины: «Физика конденсированного состояния».**

Цель дисциплины

Позволить студентам получить глубокие знания о свойствах и поведении вещества в твёрдом и жидком состояниях.

#### **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p><i>ОПК-1</i> Способен использовать знания в области физики, математики и инженерии для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p><i>ОПК-1.1</i> Демонстрирует знания законов физики и математического аппарата. <i>ОПК-1.2</i> Решает физические и инженерные задачи, используя математический аппарат. <i>ОПК-1.3</i> Решает задачи профессиональной деятельности через решение фундаментальных физических и инженерных задач.</p>	<p><b>Знать:</b> основные понятия, законы и принципы физики конденсированных состояний; методы исследования свойств вещества в конденсированном состоянии; фундаментальные физические теории и законы, описывающие поведение вещества в твёрдом и жидком состояниях; <b>Уметь:</b> решать задачи по физике конденсированных состояний, включая задачи на механические свойства твёрдых тел, задачи на тепловые свойства твёрдых материалов, задачи на электрические и магнитные свойства твёрдых веществ и т. п.; <b>Владеть:</b> методами теоретического анализа физических явлений, происходящих в веществе в конденсированном состоянии (метод размерностей, метод аналогий, метод векторных диаграмм и др.);</p>
<p><i>ОПК-2</i> Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.</p>	<p><i>ОПК-2.1</i> Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из области физико-математических наук и инженерии. <i>ОПК-2.2</i> Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии. <i>ОПК-2.3</i> Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b> основы математического аппарата, используемого в физике конденсированных состояний (дифференциальное и интегральное исчисление, векторный анализ, теория функций комплексного переменного, дифференциальные уравнения); современные проблемы физики конденсированных состояний и перспективы её развития. <b>Уметь:</b> применять полученные знания для объяснения физических явлений и процессов, происходящих в веществе в конденсированном состоянии; <b>Владеть:</b> научным мировоззрением, основанным на понимании взаимосвязи между различными физическими явлениями, происходящими в веществе в конденсированном состоянии;</p>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика конденсированного состояния» представляет собой дисциплину Б1.О.10.09.

#### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

#### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Кристаллография</i>	<i>Изучение структуры кристаллов и их свойств. Включает в себя описание кристаллических решёток, симметрию кристаллов, методы исследования кристаллической структуры.</i>
2	<i>Основы зонной теории</i>	<i>Формирование кристаллической структуры из изолированных атомов. Свойства полос разрешенных энергий. Теорема Блоха. Понятие квазиимпульса. Зона Бриллюэна. Метод почти свободных электронов. Формирование зонного спектра. Эффективная масса. Энергия Ферми и поверхность Ферми. Метод сильной связи. Типы химических связей.</i>
3	<i>Движение электрона во внешних полях</i>	<i>Движение электрона во внешнем магнитном поле. Квантование спектра. Плотность состояний. Уровни Ландау. Квантовые осцилляционные эффекты. Движение</i>

		<i>электрона во внешнем электрическом поле.</i>
4	<i>Динамика кристаллической решетки</i>	<i>Колебания атомов в кристаллической решетке. Одномерная цепочка атомов. Акустические и оптические фононы. Теплоемкость решетки. Модель Эйнштейна и модель Дебая. Электронная теплоемкость. Взаимодействие фононов. Тепловое расширение решетки.</i>
5	<i>Физика полупроводников</i>	<i>Статистика носителей заряда в полупроводниках. Электроны и дырки. Полупроводники с прямой и непрямой щелью. Оптическая и термическая активация. Легирование полупроводников. Доноры и акцепторы. Энергия примесных состояний. Полупроводниковые сверхрешетки. Квантование спектра. Квантовый эффект Холла.</i>
6	<i>Механика твёрдого тела</i>	<i>Исследование поведения твёрдых тел под воздействием внешних сил. Рассматриваются деформации, напряжения, упругость, пластичность, прочность и разрушение твёрдых материалов.</i>
7	<i>Физика сверхпроводимости</i>	<i>Основная феноменология. Эффект Мейсснера. Сверхпроводники I и II рода. Вихри Абрикосова. Туннельные эффекты в сверхпроводниках. Эффект Джозефсона. Высокотемпературные сверхпроводники. Уравнение Лондонов. Основные идеи теории Бардина — Купера — Шриффера. Электронные пары. Теория Гинзбурга — Ландау.</i>
8	<i>Физика полимеров</i>	<i>Основные подходы физики полимеров. Классификация полимеров. Идеальный полимерный клубок. Размер клубка. Высокоэластичность. Объемные взаимодействия в полимерах. Переход клубок — глобула. Вязкоупругость полимеров.</i>

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

*Кристаллография*

*Основы зонной теории*

*Движение электрона во внешних полях*

*Динамика кристаллической решетки*  
*Физика полупроводников*  
*Механика твёрдого тела*  
*Физика сверхпроводимости*  
*Физика полимеров*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*Кристаллография*  
*Основы зонной теории*  
*Движение электрона во внешних полях*  
*Динамика кристаллической решетки*  
*Физика полупроводников*  
*Механика твёрдого тела*  
*Физика сверхпроводимости*  
*Физика полимеров*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

*Кристаллография*  
*Основы зонной теории*  
*Движение электрона во внешних полях*  
*Динамика кристаллической решетки*  
*Физика полупроводников*  
*Механика твёрдого тела*  
*Физика сверхпроводимости*  
*Физика полимеров*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

*Кристаллография*  
*Основы зонной теории*  
*Движение электрона во внешних полях*  
*Динамика кристаллической решетки*  
*Физика полупроводников*  
*Механика твёрдого тела*  
*Физика сверхпроводимости*  
*Физика полимеров*

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## 7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Кристаллография</i>	<i>ОПК-1; ОПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Основы зонной теории</i>	<i>ОПК-1; ОПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Движение электрона во внешних полях</i>	<i>ОПК-1; ОПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Динамика кристаллической решетки</i>	<i>ОПК-1; ОПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Физика полупроводников</i>	<i>ОПК-1; ОПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Механика твёрдого тела</i>	<i>ОПК-1; ОПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Физика сверхпроводимости</i>	<i>ОПК-1; ОПК-2</i>	<i>Опрос</i>

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

1. Что такое кристаллы и как они образуются?
2. Какие основные свойства кристаллов вы знаете?
3. Что такое симметрия кристаллов и какие виды симметрии существуют?
4. Как определить точечную группу симметрии кристалла?
5. Что такое элементарная ячейка кристалла и какие типы элементарных ячеек существуют?
6. Какие методы используются для изучения структуры кристаллов?
7. Что такое дефекты кристаллов и какие типы дефектов существуют?
8. Как влияют дефекты на свойства кристаллов?
9. Что такое дислокации и как они влияют на свойства кристаллов?
10. Какие области применения кристаллов существуют в настоящее время?
11. Что такое зонная теория твёрдых тел и как она объясняет их электрические свойства?
12. Что такое зона проводимости и валентная зона и как они связаны с проводимостью и запрещённой зоной?
13. Как влияет ширина запрещённой зоны на электрические свойства полупроводников?
14. Что такое примесные уровни и как они влияют на проводимость полупроводников?
15. Как можно использовать зонную теорию для объяснения работы полупроводниковых приборов?
16. Что такое квантовый эффект Холла и как он связан с зонной теорией?
17. Как происходит переход электронов из валентной зоны в зону проводимости при поглощении света?
18. Что такое фотопроводимость и как она связана с зонной теорией?

## 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Как движется электрон в однородном электрическом поле?
2. Как зависит скорость электрона от его энергии в электрическом поле?
3. Как изменяется траектория движения электрона в магнитном поле?
4. Что такое циклотронный резонанс и как его можно наблюдать?
5. Как рассчитать энергию электрона в периодическом потенциале?
6. Что такое эффект Зеебека и как он связан с движением электронов?
7. Как влияет температура на движение электронов в полупроводниках?
8. Что такое фононы и как они описывают колебания атомов в кристаллической решётке?
9. Какие типы колебаний возможны в кристаллической решётке и как они зависят от её симметрии?
10. Как связаны частота и энергия?

## 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать	отлично	зачтено	86-100

		проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий			
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

### Основная литература

- Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 т. Том 9. Статистическая физика. Теория конденсированного состояния. Часть 2 / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под. ред. Л. П. Питаевского. — 5-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2018. - 440 с. - ISBN 978-5-9221-1580-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1223535>
- Физика конденсированного состояния. Прочность и разрушение материалов : учебник / А. Н. Чуканов, Н. Н. Сергеев, А. Е. Гвоздев [и др.] ; под. ред. А. Н. Чуканова. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 260 с. - ISBN 978-5-9729-0771-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1833138>

### Дополнительная литература

- Кузнецов, С. И. Курс физики с примерами решения задач. «Физика конденсированного состояния» [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. И. Кузнецов, Н. А. Тимченко. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. - 47 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/417650>

## **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms-3.kantiana.ru](http://www.lms-3.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

### **1.Наименование дисциплины: «Теоретическая механика».**

**Целями** освоения дисциплины "Теоретическая механика" являются изучение основных понятий, законов, моделей и уравнений движения теоретической механики и механики сплошных сред.

**Задачами** дисциплины являются: определение сил, возникающих при взаимодействии материальных тел, составляющих механическую систему (силовой расчет); определение характеристик движения тел и их точек в различных системах отсчета (кинематический расчет); определение законов движения материальных тел при действии сил (динамический расчет), определение законов движения материальных тел при помощи аналитических и вариационных методов, определения законов движения сплошных сред под действием сил.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p>ОПК-1. Способен использовать знания в области физики, математики и инженерии для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p>ОПК-1.1. Демонстрирует знания законов физики и математического аппарата.  ОПК-1.2. Решает физические и инженерные задачи, используя математический аппарат.  ОПК-1.3. Решает задачи профессиональной деятельности через решение фундаментальных физических и инженерных задач.</p>	<p><b>Знать:</b>  -Основные определения и понятия теоретической механики;  -Общие теоремы и принципы для анализа различных механических процессов.  -Элементы аналитической механики для анализа и решения различных физических задач, связанных с твердым телом и сплошными средами.  <b>Уметь:</b>  -Применять методы теоретической механики - общие теоремы и принципы;  -Применять методы теоретической механики при решении теоретических и прикладных задач.  -Делать быстрый прикидочный расчет механических систем.  <b>Владеть:</b>  - Инструментарием для статического, кинематического, динамических и аналитического расчетов движения;  - Методами расчетов движения элементов машин, механизмов.  Методами описания физических процессов</p>

<p>ОПК-2. Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением фундаментальных знаний из области физико-математических наук и инженерно-материаловедческих подходов.</p>	<p>ОПК-2.1. Ставит научно-исследовательскую задачу в области физики и инженерии на основе поиска информации и выявления научно-исследовательской проблематики из области физико-математических наук и инженерии.</p> <p>ОПК-2.2. Проектирует решение научно-исследовательской задачи на основе фундаментальных знаний из области физико-математических наук и практических подходов инженерии.</p> <p>ОПК-2.3. Использует знания из области физико-математических наук и инженерии для решения задач из других сфер деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b> Современные методы и подходы в инженерии, применимые для проектирования решений научно-исследовательских задач с учетом знаний теоретической механики.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить поиск и анализ научно-технической информации для выявления актуальных исследовательских проблем в области теоретической механики.</p> <p><b>Владеть:</b> Способностью интегрировать знания из теоретической механики для решения практических задач в различных сферах деятельности.</p>
---	---	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теоретическая механика» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин подготовки студентов.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно- заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной

части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

1		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Предмет теоретической механики и ее основные понятия;</li> </ul>
	Тема 1. Кинематика точки/ Кинематика несвободной системы материальных точек	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Уравнение движения точки и ее траектория; Скорость точки; Ускорение точки; Проекция ускорения на естественные оси;</li> <li>● Частные случаи движения точки. Физический смысл тангенциального и нормального ускорения точки;</li> <li>● Уравнения движения точки в криволинейных координатах; Проекция скорости и ускорения на оси криволинейных координат</li> <li>● Механические системы и классификация связей</li> <li>● Ограничения на скорость и ускорение, налагаемые геометрическими связями</li> <li>● Число степеней свободы системы. Обобщенные координаты уравнения движения системы, обобщенные скорости</li> </ul>
2	Тема 2 Кинематика твердого тела или неизменяемой среды	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Уравнения движения абсолютно твердого тела</li> <li>● Поступательное движение твердого тела</li> <li>● Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси</li> <li>● Вращение тела около неподвижной точки. Теорема Даламбера</li> <li>● Общий случай движения свободного твердого тела. Теорема Шаля</li> </ul>
3	Тема 3 Относительное движение точки	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Основные понятия</li> <li>● Сложение скоростей</li> <li>● Сложение ускорений</li> </ul>
4	Тема 4 Сложное движение твердого тела	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Постановка задачи. Сложение поступательных движений</li> <li>● Сложение вращений</li> <li>● Плоскопараллельное движение твердого тела</li> <li>● Кривошипно-шатунный механизм</li> </ul>
5	Тема 5 Основные опытные законы механики	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Вектор силы</li> <li>● Тяжелая масса тел</li> <li>● Закон инерции. Инерциальные системы координат</li> <li>● Основной закон механики (второй закон Ньютона). Инертная масса. Принцип независимости действия сил</li> <li>● Закон равенства действия и противодействия (третий закон Ньютона)</li> </ul>
6	Тема 6 Движение материальной точки в инерциальной системе координат	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Динамика точки и ее две основные задачи</li> <li>● Характеристика сил</li> <li>● Дифференциальные уравнения движения</li> <li>● Определение уравнения движения точки по заданной силе</li> <li>● Определение силы по заданному уравнению движения</li> <li>● Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки в случае сил частного вида</li> </ul>

7	Тема 7 Относительное движение точки	<ul style="list-style-type: none"> <li>Уравнение движения материальной точки в неинерциальной системе координат</li> <li>Координатные системы, связанные с Землей</li> <li>Отклонение падающих тел от вертикали</li> </ul>
	Движение точки под действием центральной силы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Характерные особенности движения точки под действием центральной силы</li> <li>Уравнения движения точки, находящейся под действием центральной силы</li> <li>закон всемирного тяготения</li> <li>Задача двух тел</li> <li>Движение электрона в поле ионизированного атома (центральная отталкивающая сила)</li> </ul>
8	Тема 8. Статика абсолютно твердого тела и механической системы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Задачи и основные понятия статики</li> <li>Активные силы и силы реакции связей</li> <li>Система сходящихся сил</li> <li>Система параллельных сил</li> <li>Центр тяжести и центр масс</li> <li>Момент силы относительно точки и относительно оси</li> <li>Свойства пары сил</li> <li>Приведение произвольной системы сил</li> <li>Равновесие произвольной системы сил, действующих на твердое тело</li> <li>Равновесие системы материальных точек</li> </ul>
9	Тема 9. Уравнения движения механической системы в инерциальной системе координат и их первые интегралы	<ul style="list-style-type: none"> <li>Уравнения движения системы материальных точек</li> <li>Принцип Даламбера Основные уравнения движения системы</li> <li>Теорема о количестве движения системы</li> <li>Теорема импульсов</li> <li>Теорема о количестве движения центра инерции системы и примеры ее применения</li> <li>Теорема о кинетическом моменте</li> </ul>
10	Тема 10. Уравнения движения механической системы в инерциальной системе координат	<ul style="list-style-type: none"> <li>Теорема о количестве движения в неинерциальной системе координат</li> <li>Теорема о кинетическом моменте в неинерциальной системе координат</li> <li>Законы сохранения</li> <li>Уравнения движения в расчетной системе координат</li> </ul>
11	Тема 11. Теорема о кинетической энергии Закон сохранения механической энергии	<ul style="list-style-type: none"> <li>Теорема о кинетической энергии и закон сохранения механической энергии точки</li> <li>Теорема о кинетической энергии системы</li> <li>Формула Кенига</li> <li>Закон сохранения механической энергии системы</li> </ul>
12	Тема 12. Геометрия масс	<ul style="list-style-type: none"> <li>Кинетический момент твердого тела в частных случаях его движения</li> <li>Вычисление моментов инерции относительно параллельных осей</li> <li>Эллипсоид инерции</li> </ul>
13	Тема 13. Динамика тела, вращающегося около неподвижной точки Общий случай движения тела	<ul style="list-style-type: none"> <li>Кинематические уравнения Эйлера</li> <li>Динамические уравнения Эйлера</li> <li>Постановка задачи о движении твердого тела вокруг неподвижной точки</li> <li>Регулярная прецессия гироскопа</li> <li>Приближенная теория гироскопа</li> <li>Общий случай движения твердого тела</li> </ul>

14	Тема 14. Задача о движении связанных механических систем	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Постановка задачи о движении связанных механических систем. Реакции связей</li> <li>• Перемещения и число степеней свободы системы</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Идеальные связи (основной постулат аналитической механики)</li> <li>• Уравнения Лагранжа первого рода</li> </ul>
15	Тема 15. Уравнения Лагранжа второго рода	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Постановка задачи. Уравнения движения системы</li> <li>• Уравнения Лагранжа второго рода</li> <li>• Уравнения Лагранжа второго рода как уравнения движения точки в 3п-мерном пространстве</li> <li>• Уравнения Лагранжа второго рода для частных случаев сил, действующих на систему</li> <li>• Первые интегралы уравнений движения</li> </ul>
16	Тема 16 Канонические уравнения Гамильтона	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Канонические переменные</li> <li>• Канонические уравнения Гамильтона</li> <li>• Первые интегралы канонических уравнений</li> <li>• Скобки Пуассона</li> <li>• Метод Рауса</li> </ul>
17	Тема 17 Общие принципы механики	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Принцип Лагранжа — Даламбера и принцип виртуальных перемещений Лагранжа</li> <li>• Вариационный интегральный принцип Гамильтона — Остроградского</li> </ul>
18	Тема 18 Канонические преобразования	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Понятие канонического преобразования</li> <li>• Критерии каноничности преобразования</li> <li>• Ковариантность уравнений Гамильтона при канонических преобразованиях</li> <li>• Канонические преобразования и процесс движения</li> <li>• Теорема Лиувилля о сохранении фазового объема</li> <li>• Свободное каноническое преобразование и его производящая функция</li> <li>• О других типах производя- производящих функций</li> </ul>
19	Тема 19 Метод Якоби интегрирования уравнений движения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Уравнение Гамильтона-Якоби</li> <li>• Уравнение Гамильтона-Якоби для систем с циклическими координатами</li> <li>• Уравнение Гамильтона-Якоби для консервативных и обобщенно консервативных систем</li> <li>• Характеристическая функция Гамильтона. Разделение переменных</li> <li>• Теорема Лиувилля об интегрируемости гамильтоновой системы в квадратурах</li> </ul>
20	Тема 20 Переменные действие-угол	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Случай одной степени свободы С71). 182. Переменные действие-угол в задаче о движении маятника</li> <li>• О переменных действие-угол для системы с <math>n</math> степенями свободы</li> <li>• Переменные действие-угол в задаче двух тел</li> <li>• Элементы Делонэ</li> </ul>
21	Тема 21 Основные понятия и законы механики сплошных сред	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Физически бесконечно малая частица</li> <li>• Деформация малой частицы</li> <li>• Законы сохранения массы, изменения импульса и кинетического момента</li> <li>• Уравнение изменения кинетической энергии. Законы термодинамики</li> </ul>
22	Тема 22 Идеальная жидкость	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Уравнения движения идеальной жидкости</li> <li>• Основные теоремы динамики идеальной жидкости</li> <li>• Потоки импульса и энергии</li> <li>• Несжимаемая жидкость</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Звуковые волны</li> <li>● Ударные волны</li> <li>● Магнитогидродинамика идеальной жидкости</li> </ul>
23	Тема 23 Вязкая жидкость	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Тензор напряжений и уравнения движения. Уравнение Навье — Стокса</li> <li>● Малые колебания</li> <li>● Магнитогидродинамика вязкой жидкости</li> </ul>

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

*Например,*

Тема 1. Кинематика точки/ Кинематика несвободной системы материальных точек  
Тема 2 Кинематика твердого тела или неизменяемой среды  
Тема 3 Относительное движение точки  
Тема 4 Сложное движение твердого тела  
Тема 5 Основные опытные законы механики  
Тема 8. Статика абсолютно твердого тела и механической системы  
Тема 9. Уравнения движения механической системы в инерциальной системе координат и их первые интегралы  
Тема 11. Теорема о кинетической энергии Закон сохранения механической энергии  
Тема 13. Динамика тела, вращающегося около неподвижной точки  
Общий случай движения тела  
Тема 14. Задача о движении связанных механических систем  
Тема 17 Общие принципы механики  
Тема 18 Канонические преобразования  
Тема 19 Метод Якоби интегрирования уравнений движения  
Тема 20 Переменные действие-угол  
Тема 21 Основные понятия и законы механики сплошных сред  
Тема 22 Идеальная жидкость  
Тема 23 Вязкая жидкость

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

№ п/п	№ темы	Наименование работ
1	1	Кинематика точки
2	3	Кинематика твердого тела
3	4	Динамика точки

4	5	Динамика твердого тела
5	10	Статика
6	13	Закон изменения кинетические энергии
7	15	Основное уравнение вращательного движения
8	17	Метод возможных перемещений
9	17	Уравнения Лагранжа первого рода
10	18	Уравнения Лагранжа второго рода
11	19	Уравнения Гамильтона
12	22	Канонические преобразования
13	23	Метод Гамильтона-Якоби

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

*Например,*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Например,*

*1. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

№ п/п	№ темы	Тематика самостоятельных работ
1.	4.	Движение точки переменной массы
2.	5.	Приближенная теория гироскопа
3.	6.	Гироскоп. Решение Эйлера
4.	7.	Гироскоп. Решение Лагранжа
5.	8.	Гироскоп. Решение Ковалевской
6.	9.	Переменные действие-угол

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно- педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем,

в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## **8. Фонд оценочных средств**

### **8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины**

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Кинематика точки/ Кинематика несвободной системы материальных точек	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 2 Кинематика твердого тела или неизменяемой среды	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 3 Относительное движение точки	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 4 Сложное движение твердого тела	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 5 Основные опытные законы механики	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 6 Движение материальной точки в инерциальной системе координат	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 7 Относительное движение точки Движение точки под действием центральной силы	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа
Тема 8. Статика абсолютно твердого тела и механической системы	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 9. Уравнения движения механической системы в инерциальной системе координат и их первые интегралы	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 10. Уравнения движения механической системы в инерциальной системе координат	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 11. Теорема о кинетической энергии Закон сохранения механической энергии	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа
Тема 12. Геометрия масс	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 13. Динамика тела, вращающегося около неподвижной точки Общий случай движения тела	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 14. Задача о движении связанных механических систем	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа
Тема 15. Уравнения Лагранжа второго рода	ОПК-1, ОПК-2	Опрос

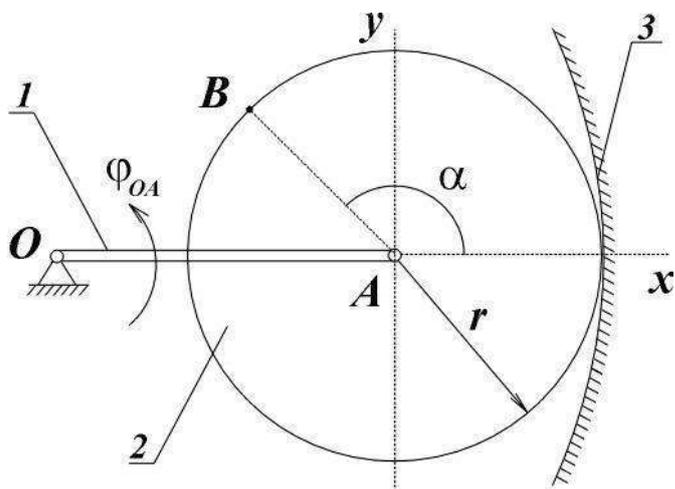
Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 16 Канонические уравнения Гамильтона	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 17 Общие принципы механики	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 18 Канонические преобразования	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 19 Метод Якоби интегрирования уравнений движения	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа
Тема 20 Переменные действие-угол	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 21 Основные понятия и законы механики сплошных сред	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 22 Идеальная жидкость	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Тема 23 Вязкая жидкость	ОПК-1, ОПК-2	Опрос

**8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности процессе текущего контроля**

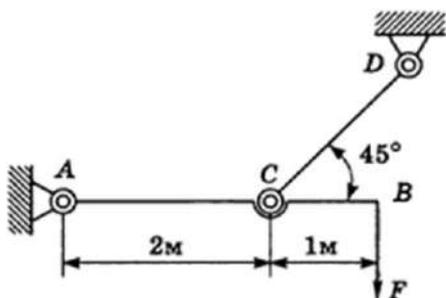
**Тема 13. Динамика тела, вращающегося около неподвижной точки.  
Общий случай движения тела**

**Вариант 1**

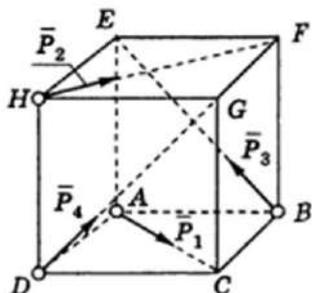
1. В планетарном механизме кривошип 1 длиной  $OA = 0.8$  (м) вращается вокруг неподвижной оси  $O$ , перпендикулярной плоскости рисунка, по закону  $\varphi(t) = 6t - 2t^2$  (рад). В точке  $A$  кривошип шарнирно соединен с центром диска 2 радиуса  $r = 0.5$  (м), находящегося во внутреннем зацеплении с неподвижным колесом 3, соосным с кривошипом  $OA$ . На диске 2 в момент времени  $t_1 = 1$  (с) задана точка  $B$ , положение которой определяется расстоянием  $AB = 0.5$  (м) и углом  $\alpha = 135^\circ$ . (В заданный момент времени угол  $\alpha$  отсчитывается от оси  $Ax$  в направлении против хода часовой стрелки при  $\alpha > 0$  или в противоположном направлении при  $\alpha < 0$ ).



2. Горизонтальный невесомый стержень АВ находится в равновесии под действием трех сил, одна из которых вертикальная  $F=5$  кН, другая - реакция опорного стержня CD, а третья - реакция неподвижного шарнира А. Найти неизвестные реакции опор.



3. К четырем вершинам А, Н, В и D куба приложены четыре равные по модулю силы:  $P_1=P_2=P_3=P_4=P$ , причем сила  $P_1$  направлена по AC,  $P_2$  - по HF,  $P_3$  - по BE и  $P_4$  - по DG. Привести эту систему к простейшему виду

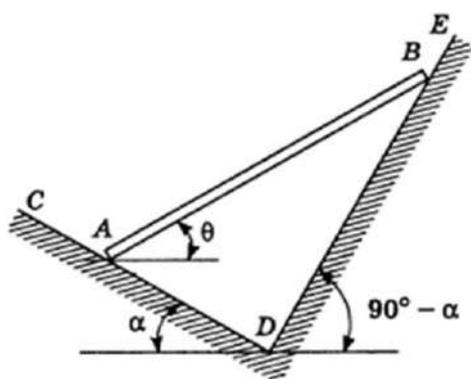


Вариант

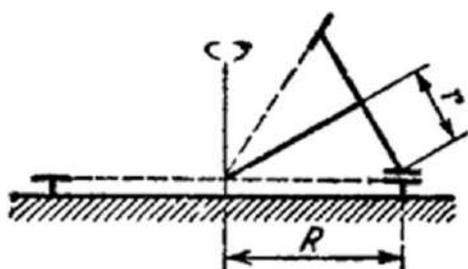
2

1. Однородная балка АВ веса  $P$  опирается на две гладкие наклонные прямые CD и DE, находящиеся в вертикальной плоскости; угол наклона первой из

них к горизонту равен  $\alpha$ , второй:  $90^\circ - \alpha$ . Найти угол  $\theta$  наклона балки к горизонту в положении равновесия и давления ее на опорные прямые.



2. Груз, поднятый на упругом канате, колеблется согласно уравнению  $x = a \sin(kt + 3\pi/2)$ , где  $a$  - в сантиметрах,  $k$  - в рад/с. Определить амплитуду и круговую частоту колебаний груза, если период колебаний равен 0,4 с и в начальный момент  $x_0 = -4$  см. Построить также кривую расстояний.
3. Коническое зубчатое колесо, ось которого пересекается с геометрической осью плоской опорной шестерни в центре последней, обегает пять раз в минуту опорную шестерню. Определить угловую скорость  $\omega_1$  вращения колеса вокруг его оси и угловую скорость  $\omega$  вращения вокруг мгновенной оси, если радиус опорной шестерни вдвое больше радиуса колеса:  $R = 2r$ .



## Тема 20 Переменные действие-угол

### Вариант 1

1. Тележка массой  $m$ , имеющая 4 колеса массы  $m_k$  катится без трения по наклонной плоскости  $M$ , имеющей угол наклона  $\alpha$ . Плоскость стоит на столе и может скользить по нему без трения. Используя метод Гамильтона найти законы движения тележки и наклонной плоскости.
2. Методом Гамильтона-Якоби найти закон движения математического маятника.

3. Точка массой  $m$  движется в однородном поле тяжести по гладкой сфере радиуса  $a$ . Найти силу, с которой точка давит на сферу как функцию скорости и координат. Указать точку отрыва. Использовать уравнения Лагранжа первого рода.

## Вариант 2

1. Две пластины массами  $m_1$  и  $m_2$  связаны пружиной жесткости  $k$ . Конструкцию поставили на стол пластиной массы  $m_1$  вниз. На верхнюю пластину с высоты  $h$  упал грузик массы  $m_3$  и прилип к верхней пластине. Найти уравнения движения каждой из пластин, используя уравнения Лагранжа второго рода.
2. Записать гамильтониан для задачи двух трех тел, взаимодействующих по закону гравитационного притяжения. Найти каноническое преобразование и его производящую функцию для перехода в систему отсчета, связанную с центром масс системы. Записать дифференциальные уравнения движения в новых координатах.
3. Система с идеальными стационарными связями состоит из четырех соединенных однородных стержней плотностью  $\rho$  расположенных в вертикальной плоскости, находится в равновесии под действием силы  $F$  и момента  $M$ . Пользуясь методом возможных скоростей найти силы реакции опор.

## Примеры вопросов для устного опроса:

1. Что называют кинематическим винтом?  
Сочетание величин  $v$  и  $|\Omega|$  при мгновенном винтовом движении одновременное вращение тела вокруг оси и поступательное перемещение его вдоль этой оси.
2. Что называют парой вращений?  
Сочетание двух вращений вокруг параллельных осей с одинаковыми по величине, но противоположными по знаку угловыми скоростями.
3. Что называют алгебраической скоростью точки?  $v=ds/dt$
4. Как движется твердое тело, если в данный момент времени скорости двух точек тела равны нулю?  
тело либо находится в мгновенном покое, либо совершает мгновенное вращение вокруг прямой, проходящей через эти точки.
5. В каких случаях кориолисово ускорение равно нулю?  
Относительная скорость равна нулю или подвижная система перемещается поступательно или переносное движение представляет собой вращение вокруг оси параллельной вектору относительной скорости.
6. Какое движение может совершать тело если в данный момент времени скорости

двух точек тела равны нулю?

то тело либо находится в мгновенном покое, либо совершает мгновенное вращение вокруг прямой, проходящей через эти точки.

7. Если скорость некоторой точки тела в данный момент времени равна нулю то тело находится либо в мгновенном покое, либо в мгновенном вращении вокруг оси, проходящей через эту точку.

8. В каком случае на практике можно утверждать, что тело в данный момент движется поступательно?

Если векторы скоростей трех точек, не лежащих на одной прямой равны

### **8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**

1. Способы задания движения точки. Скорость и ускорение точки при векторном и координатном способах задания движения.
2. Скорость и ускорение в криволинейных координатах.
3. Ускорение при естественном способе задания движения.
4. Теорема о кинетическом моменте.
5. Степени свободы и обобщенные координаты абсолютно твёрдого тела. Углы Эйлера.
6. Вращение твёрдого тела с одной неподвижной точкой. Теорема Даламбера. Мгновенная угловая скорость. Кинематические уравнения Эйлера.
7. Кинематика общего случая движения твёрдого тела. Теорема Шаля. Сложение вращений твёрдого тела.
8. Плоскопараллельное движение твёрдого тела.
9. Сложное движение точки. Теорема сложения скоростей.
10. Теорема сложения ускорений.
11. Понятие о силе, массе, инерциальной системе отсчёта. Законы Ньютона.
12. Дифференциальные уравнения движения точки. Задачи динамики точки. Начальные условия. 13. Теорема о движении центра масс.
13. Теорема об импульсе системы. Уравнение Мещерского.
14. Потенциальные силы и потенциальное силовое поле. Свойство потенциального поля. Первые интегралы движения.
15. Теорема о полной механической энергии. Формула Кёнига.
16. Движение материальной точки в центральном силовом поле. Шесть интегралов движения. Формула Бинэ.
17. Движение точки под действием силы  $F = a/r$ . Законы Кеплера как следствие закона всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения как следствие законов Кеплера.
18. Задача двух тел.
19. Уравнения движения точки относительно неинерциальных систем отсчёта. Проявление неинерциальности Земли.
20. Постановка задачи и движении несвободных систем. Действительные, возможные и виртуальные перемещения. Идеальные связи. Уравнения Лагранжа первого рода.
21. Уравнения Лагранжа второго рода.
22. Обобщенная силовая функция. Диссипативная функция Рэлея. Первые интегралы движения. Циклические координаты. Обобщение понятия полной механической энергии системы.
23. Вариационный принцип Гамильтона-Остроградского. Изохронная вариация.
24. Вывод уравнений Лагранжа из принципа Гамильтона-Остроградского.
25. Принцип Лагранжа-Даламбера. Принцип виртуальных перемещений Лагранжа. Условия равновесия системы. Применение условия равновесия системы к твёрдому телу.

26. Преобразование Лежандра. Вывод канонических уравнений Гамильтона, их достоинства.
27. Метод Пуассона. Теорема Пуассона. Скобки Пуассона и их свойства.
28. Метод Рауса.
29. Метод канонических преобразований. Свободные канонические преобразования. Производящая функция.
30. Метод Гамильтона-Якоби. Уравнение Гамильтона-Якоби. Метод разделения переменных.
31. Теорема Лиувилля о сохранении фазового объёма.
32. Применение канонических преобразований в теории возмущений.
33. Теорема Лагранжа об устойчивости положения равновесия.
34. Дифференциальные уравнения движения твёрдого тела.
35. Моменты инерции твёрдого тела. Тензор инерции. Эллипсоид инерции.
36. Динамические уравнения Эйлера.
37. Случай Лагранжа. Качественный анализ решения.
38. Симметричный случай Эйлера.
39. Элементарная теория гироскопа. Применение гироскопов.
40. Классификация связей. Ограничения на скорости и ускорение, накладываемые геометрическими связями. Теорема Грасгофа.
41. Основные задачи статики. Приведение сил. Пара сил.
42. Центр масс тела. Момент силы. Момент пары сил. Сложение пар сил.
43. Условия равновесия твёрдого тела. Теорема о трёх моментах. Равновесие системы материальных точек.
44. Уравнение движения системы в неинерциальной системе отсчёта. Уравнения движения твёрдого тела в системе, жестко связанной с телом.

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100

Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70

## 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

### Основная литература

1. Теоретическая механика : практикум / Т. А. Валькова, А. Е. Митяев, С. Г. Докшанин [и др.]. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. - 374 с. - ISBN 978-5-7638-4155-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1830740>
2. Цывильский, В. Л. Теоретическая механика : учебник / В.Л. Цывильский. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : КУРС : ИНФРА- М, 2023. — 368 с. - ISBN 978-5-906923-71-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1941737>

### Дополнительная литература

1. **Вильке**, В. Г. Теоретическая механика: Учебник для студ. вузов, обуч. по направл. "Математика", "Механика", "Прикл. математика и информатика".../ В. Г. **Вильке**. - Москва: Изд-во МГУ, 1998. - 271 с. - Библиогр.: с. 271 (9 назв.). - ISBN 5-21103785-5: 32.00= р. **Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments:** всего /all 52: ч.з.N3(1), УБ(50), НА(1)
2. Бать, М. И. Бать, М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах: учеб. пособие для вузов/ М. И. Бать, А. С. Кельзон, Г. Ю. Джанелидзе ; ред. Г. Ю. Джанелидзе. - Москва: Наука, 1973 -Т. 3: Специальные главы механики. - 487 с. - 0.87 р. Имеются экземпляры в отделах: всего 19: УБ(16), ч.з.N3(1), НА(2)

3. Кильчевский, Н. А. Кильчевский, Н. А. Курс теоретической механики: [Для ун-тов : В 2 т.]/ Н. А. Кильчевский. - Москва: Наука, 1977 - Т. 1: Кинематика, статика, динамика точки: учебник. - 1977. - 479 с.: ил. - 1.29 р. Имеются экземпляры в отделах: всего 2: НА(2)
4. Кильчевский, Н. А. Кильчевский, Н. А. Курс теоретической механики: [Для ун-тов : В 2 т.]/ Н. А. Кильчевский. - Москва: Наука, 1977 - Т. 2: Динамика системы. Аналитическая механика. Элементы теории потенциала, механики сплошной среды, специальной и общей теории относительности. - 1977. - 543 с.: ил. - 1.46 р. Имеются экземпляры в отделах: всего 2: НА(2)

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – <https://lms.kantiana.ru/>, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- платформа для проведения онлайн вебинаров <https://webinar.ru/> ;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети

«Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

### **Программа итоговой аттестации по модулю**

Определение результатов освоения модуля на основе вычисления оценки по каждому элементу модуля.

Оценка по модулю рассчитывается по формуле:

$$R_j^{\text{мод}} = \frac{k_1 R_1 + k_2 R_2 + k_3 R_3 + \dots + k_n R_n + k_{\text{пр}} R_{\text{пр}} + R_{\text{кур}}}{k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_{\text{пр}}}$$

Где:

$R_j^{\text{мод}}$  – оценка по модулю

$k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  – зачетные единицы дисциплин, входящих в модуль

$k_{\text{пр}}$  – зачетные единицы по практике

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  – оценки по дисциплинам модуля

$R_{\text{пр}}$  – оценка по практике

$R_{\text{кур}}$  – оценка по курсовой работе

В случае, если по дисциплине предусмотрен зачет без оценки, то за оценку по дисциплине принимается «5».

В случае, если по модулю применяется балльно-рейтинговая система, то

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  – рейтинговые баллы студента по дисциплинам модуля

$R_{\text{пр}}$  – рейтинговые баллы студента по практике

$R_{\text{кур}}$  – рейтинговые баллы студента по курсовой работе

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила  
Канта»  
ОНК «Институт высоких технологий»  
Высшая школа нанотехнологий и инженерии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Модуль педагогический»**

**Шифр: 16.03.01**

**Направление подготовки: Техническая физика**

**Профиль: Прикладная физика наукоемких производств**

**Квалификация (степень) выпускника: Физик. Инженер-физик**

Калининград  
2024

## Лист согласования

**Составитель:** Несына С.В. к психол.н., доцент ОНК «Институт образования и гуманитарных наук»

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от «7» марта 2024г.

Председатель Ученого совета ОНК  
«Институт высоких технологий»  
Руководитель ОНК «Институт высоких  
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель образовательных программ

Кулик А. Д.

## Содержание

1. Наименование дисциплины «Модуль педагогический».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
  - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
  - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
  - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
  - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

## 1. Наименование дисциплины: «Модуль педагогический».

Цель дисциплины: создание условий для формирования базовых педагогических компетенций студентов непедагогических направлений подготовки, формирование понимания значимости профессии педагога для реализации профессиональных и личностных устремлений; обучение основам ведения педагогической деятельности, умениям проектировать современное образовательное пространство с учетом современных образовательных технологий в своей предметной области, основам педагогической рефлексии.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен к формированию собственного жизненно-образовательного маршрута на основе критического мышления, целеполагания, стратегии достижения цели (в том числе в проектном типе деятельности) в условиях создания безопасной среды, с учетом традиционных российских духовно-нравственных ценностей и целей национального развития, в процессе социального взаимодействия	УК.1.3. Использует оптимальные способы для решения определенного круга задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения УК.1.5. Планирует деятельность с учетом поставленных целей собственного жизненно-образовательного маршрута в сообществах различного типа УК.1.11. Определяет свои личные ресурсы, возможности и ограничения для достижения поставленной цели УК.1.12. Планирует и достраивает собственный маршрут при получении основного и дополнительного образования	<b>Знать:</b> - принципы профессиональной этики; - роль педагогической деятельности в обществе; - социальные, возрастные, психофизические и индивидуальные особенности обучающихся; - современные методы и технологии обучения. <b>Уметь:</b> - выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития; - применять современные методы и технологии обучения в педагогической деятельности; - быстро находить, анализировать и синтезировать необходимую информацию в различных областях знаний; - осуществлять рефлекссию своей педагогической деятельности в реальных условиях современной школы. <b>Владеть:</b> - навыками тайм-менеджмента и построения траектории саморазвития; - способностью анализировать, адаптировать и применять опыт ведущих педагогов-практиков Калининградской области;

		- навыками рефлексии своей педагогической деятельности
--	--	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Модуль педагогический» представляет собой дисциплину по выбору части блока дисциплин подготовки студентов, формируемой участниками образовательных отношений.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах – 180 часов, 5 зачетных единиц. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
---	----------------------	--------------------

22	Психолого-педагогический	Профессия педагога в современном мире Основы современной дидактики Современные образовательные технологии Психолого-педагогическое взаимодействие участников образовательного процесса Инклюзивное образование в современном мире Воспитательная работа в современной школе
33	Предметный	Современные аспекты преподавания учебного предмета с практикумом. Учебно-методическое обеспечение образовательного процесса Методика предметного обучения Подготовка, реализация и защита педагогического проекта (образовательное событие)

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

Профессия педагога в современном мире: Специфика педагогической профессии. Профессиональная деятельность и личность педагога. Профессиональная компетентность педагога. Подготовка и профессиональное становление личности педагога. Аксиологические основы педагогической профессии. Профессиональная этика (долг, совесть, справедливость, честь). Технология педагогического общения и установления педагогически целесообразных взаимоотношений. Ценностно-смысловое самоопределение педагога в профессиональной деятельности. Профессиональное развитие и самосовершенствование педагога.

Основы современной дидактики: Общее представление о дидактике, задачи дидактики, структурные компоненты целостного педагогического процесса; основные понятия дидактики, классификация методов обучения, факторы выбора методов обучения, урок как основная форма организации обучения; дидактические требования к уроку, примерный план-конспект современного урока.

Психолого-педагогическое взаимодействие участников образовательного процесса.

Понятие психолого-педагогического сопровождения. Специфика психолого-педагогического взаимодействия. Стили психолого-педагогического взаимодействия. Демократический стиль взаимодействия с классом. Нормативная регуляция поведения школьников. Стратегии поддержки позитивного климата в классе. Стратегии кратковременного контроля и пресечения нежелательного поведения учеников в классе. Стратегии разрешения проблем

Инклюзивное образование в современном мире.

Сущность инклюзивного образования в современном образовательном пространстве. История становления и развития специального и инклюзивного образования. Модели реализации инклюзивного образования в современном мире. Нормативно-правовые основы инклюзивного образования. Понятие и структура специальных образовательных условий. Требования ФГОС общего образования к психолого-педагогическим условиям реализации основной образовательной программы.

Воспитательная работа в современной школе: итание, субъекты воспитания, основы воспитательной работы, цели воспитания; классный руководитель, его роль и функции, программа воспитания, содержание воспитания, формы воспитательной работы, методы

воспитания, приемы воспитания, технологии воспитания, педагогические средства воспитания; нормативно-правовые основы воспитательной деятельности в школе.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Современные аспекты преподавания учебного предмета с практикумом.

*Вопросы для обсуждения:*

Сайты, которые помогут разработать методические материалы к уроку по учебному предмету. Содержание интернет-ресурсов учителей. Содержание компонент, ФГОС ООО необходимых для проектирования образовательной программы. Учебный план (образовательной программы) образовательной организации. Выбор системы средств обучения.

«Методика преподавания предмета в средней школе. Цели и задачи школьной дисциплины. Организация учебного процесса по предмету. Урок как основная форма организации обучения. Роль учителя. Образовательная среда. Оборудование кабинета и требования к нему. Учебно-методическое методическое обеспечение образовательного процесса. Оценивание результатов обучения по предмету. Внеклассная работа по конкретной дисциплине.

*Вопросы для обсуждения:*

Современные методы и технологии обучения и диагностики в организации урочной и внеурочной деятельности в школе. Способы реализации основных тенденций и целей образовательной деятельности на современном этапе развития. Способы осуществления педагогического сопровождения социализации и профессионального самоопределения обучающихся. Способы организации продуктивного взаимодействия со всеми участниками образовательных отношений.

Педагогическая дискуссионная площадка (образовательное событие)

*Вопросы для обсуждения:*

1. Как вы совершенствовали свое педагогическое мастерство?
2. Какими педагогическими технологиями вы овладели?
3. Реализовали ли вы в своем опыте современные подходы к педагогическому процессу и какие?
4. Проанализируйте собственный опыт работы с учащимися (или их родителями) и обобщите его.
5. Развили ли вы у себя профессионально значимые свойства и качества индивидуальности и личности. Какие?

*Рекомендуемые задания для педагогических проектов*

Изучение нормативно-правовые документов в сфере образования. Знакомство с образовательной средой образовательной организации. Знакомство с учебно-методическим обеспечением образовательного процесса. Осуществление педагогического наблюдения на уроках. Проведение комплексного анализа уроков. Разработка и проведение фрагментов уроков, анализ профессиональных проб совместно с педагогом-наставником. Знакомство с организацией воспитательной работы и сопровождением духовно-нравственного развития обучающихся в учебной и внеучебной деятельности. Разработка и проведение воспитательного мероприятия. Знакомство с организацией работы с родительским сообществом, с деятельностью методических объединений образовательной организации, органами школьного самоуправления и т.д. Самостоятельное проведение уроков с последующим обсуждением профессиональных проб с педагогом-наставником

Требования к самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов организуется с целью формирования компетенций (УК-6). Самостоятельная работа осуществляется в виде: изучения

литературы; эмпирических данных по публикациям и из практики работы педагога; работы с лекционным материалом; самостоятельного изучения отдельных тем дисциплины; поиска и обзора литературы и электронных источников; чтения и изучения учебника и учебных пособий; подготовки эссе; составления структурно-логических схем; подготовки групповых или индивидуальных проектов и мультимедийных презентаций к ним.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Психолого-педагогический модуль	УК.1.3, УК.1.5, УК.1.11, УК.1.12.	Самостоятельное проведение уроков / фрагментов уроков /внеурочных мероприятий
Предметный модуль	УК.1.3, УК.1.5, УК.1.11, УК.1.12.	Самостоятельное проведение уроков / фрагментов уроков /внеурочных мероприятий

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности процессе текущего контроля

*Дискуссия, выполнение кейсов, составление плана-конспекта урока, презентация проекта:*

#### К теме «Введение в педагогическую профессию»

Цель: определить понятие педагогики как науки, ее основные функции и задачи.

Вопросы для обсуждения:

1. Педагогика как наука, объект и предмет.
2. История развития педагогики
3. Основные функции и задачи педагогики.
4. Взаимосвязь педагогики с другими науками.

Задание:

Дать определения понятиям: педагогика, образование, обучение, дидактика, гармоническое развитие, воспитание, воспитательная система, педагогическая деятельность, педагогическая теория, практика.

#### К теме «Психолого-педагогическое взаимодействие субъектов образовательного процесса»

Цель: уметь анализировать психолого-педагогическое взаимодействие с точки зрения целесообразности используемых педагогом стратегий и тактик.

*Дискуссия* проходит в групповой форме. Студенты делятся на группы, обсуждают ситуации из своей школьной жизни и выбирают одну из них для последующего анализа. Далее результаты работы групп представляются всем участникам.

Вопросы для обсуждения:

- 1) Насколько типичной является описанная ситуация?
- 2) Какой тип стратегий использовал педагог во взаимодействии с классом (с учеником / учениками)?
- 3) На какую перспективу (краткосрочную или долгосрочную) ориентированы эти стратегии? Докажите.
- 4) Поставьте себя на место участников. Что они чувствовали, о чем думали, к чему стремились, каковы были их мотивы?

Как бы вы поступили в этой ситуации?

Задание:

1. Что делать, если ребенок нарушает правило? Продемонстрируйте алгоритм действий взрослого
2. Продемонстрируйте технику рефлексивного слушания: выяснение
3. Продемонстрируйте технику рефлексивного слушания: перефразирование
4. Продемонстрируйте технику рефлексивного слушания: отражение чувств

#### К теме «Инклюзивное образование в современном мире»

Цель: ввести основные понятия инклюзивного образования, изучить нормативно-правовые и этические основы инклюзивного образования.

Вопросы для обсуждения:

1. Модели обучения детей с ограниченными возможностями здоровья: сегрегация, интеграция, инклюзия.
2. Сопоставление интеграции и инклюзии.
3. Основные понятия и категории инклюзивного образования.
4. Этические основы инклюзивного образования
5. Нормативно-правовые основы инклюзивного образования в Российской Федерации
6. ФГОС НОО обучающихся с ограниченными возможностями здоровья.
7. Профессиональная готовность педагогов к инклюзивному образованию.

Задания:

Решите следующие *психологические задачи* (определить тип нарушенного развития)

1. У Дэниэла одна любимая игрушка и десятки других, которые для него будто и не существуют. Единственная обожаемая моим сыном игрушка – деревянный Паровозик Томас, с физиономией в виде часов с черным ободком и трубой, здорово смахивающей на шляпу. Паровозик должен следовать за Дэниэлом повсюду, находясь либо у него во рту, либо в руке. Ни в коем случае не в руке Эмили и уж конечно не в раковине, под струей воды. Никакие мои уговоры и обещания вымыть игрушку за минутку – меньше чем за минутку – на Дэниэла не действовали: он барабанил кулачками по моим бедрам и верещал как мартышка, горестно округлив рот. Я протянула руку, чтобы погладить Дэниэла по спине, он меня отпихнул. Он не позволял ни прикоснуться к себе, ни обнять, а сам все плакал, словно его кто-то чудовищно колотит, словно его пчела ужалила или какая другая беда приключилась, еще страшнее. Дети *так* не делают. Оттолкнувшись головой от моей лодыжки, Дэниэл возил лбом по полу, потом дополз до стены и изо всех своих силенок тыкался головой в угол комнаты.

Дэниэл с каждым днем плакал все больше и больше, по любым, самым странным и необъяснимым поводам. И я представления не имела – почему.

Я отошла взглянуть на Дэниэла – и поняла, что его нигде нет. Кошмарная девичья поп-группа завывала в самое ухо, не желая умолкнуть. Я не только *слышала* этих девиц, но и *видела*, как они танцуют на сцене. В моей голове полным ходом шло светозвуковое шоу. Тщетно я затыкала уши пальцами и, прикрыв глаза ладонями, волчком вертелась на месте. Точь-в-точь как Дэниэл, когда сильно расстроен.

– Дэниэл!!!

Тишина в ответ. Дэниэл никогда не отзывается (отрывок из книги Марти Леймбаха «Дэниэл молчит»).

*Ответ: РАС*

2. Мать Гренуя родила его под столом рыбной лавки, среди рыбных голов. Мать обвиняют в детоубийстве и казнят, а новорождённого полиция отдаёт некой кормилице. Женщина отказывается ухаживать за ребёнком, потому, что, по её словам, он «не пахнет как другие дети» и одержим дьяволом. Затем его отдают в приют мадам Гайяр. Здесь Гренуй живёт до восьми лет, дети сторонятся его, к тому же он некрасив. Никто не подозревает о том, что он обладает острым обонянием. Единственная радость для него — это изучение новых запахов. *Однажды* на улице он чувствует приятный аромат, он его манит. Источником аромата оказывается юная девушка. Гренуй опьянён её ароматом, душит девушку, наслаждаясь её запахом, а затем скрывается незамеченным. Его не мучает совесть, он находится под властью аромата.

Гренуй попадает в пещеру и живёт там несколько лет. Он понимает, что сам не пахнет и хочет изобрести духи, чтобы люди перестали сторониться его и приняли за обычного человека. В городе начинается волна странных убийств, жертвами становятся юные девушки. Это Гренуй собирает запахи, обривая своих жертв и обмазывая их жиром (отрывок из книги Зюскинд Патрик «Парфюмер. История одного убийцы»).

*Ответ: психопатия*

3. Он знал, что быть матерью такого мальчика, как он, это не то что быть матерью обыкновенного мальчика. Руки и ноги обыкновенных ребят слушаются их всегда, а Джона его руки и ноги слушаются только иногда. И когда мама из-за этого расстраивается, Джону обычно становится хуже. Он начинает спотыкаться, ронять вещи, заикаться, и иногда ему приходится отчаянно колотить себя кулаками по бокам, чтобы выговорить слово.

Пора бы им догадаться, что он целый мальчик, но связанный по рукам и ногам. Что он — молодой лев в цепях, орел с подрезанными крыльями. Что это они заточили его тело в тюрьму (отрывок из книги Саутолл Айвен «Пусть шарик летит»).

*Ответ: ДЦП*

4. Наконец малышка закричала, и тогда он перевернул ее и взглянул в крошечное лицо.

Нежную кожу покрывал сметанный узор родовой смазки, тельце скользило от околоплодных вод и остатков крови. У нее были мутные голубые глазки и угольно-черные волосы, однако всего этого он почти не заметил, потому что видел совсем другое. Безошибочные признаки: вздернутые, словно от смеха, наружные уголки глаз, эпикантус век, приплюснутый нос. «Классический случай, — всплыли в мозгу слова профессора, произнесенные много лет назад, когда они осматривали точно такого же ребенка. — Монголоидные черты. Вам известно, что это значит?» Тогда он послушно перечислил симптомы, заученные по книге: пониженный мышечный тонус, замедленный рост и умственное развитие, возможные болезни сердца, ранняя смерть. Профессор кивнул и приложил стетоскоп к гладкой голой груди новорожденного. «Несчастный малыш. Родителям только и остается, что менять подгузники. А лучше пожалеть себя и отдать бедняжку в интернат» (отрывок из книги Эдвардс Ким «Дочь хранителя тайны»).

*Ответ: синдром Дауна*

5. Дома Сингер без устали разговаривал с Антонапулосом. Руки его вычерчивали слова быстрыми жестами, а лицо при этом было крайне оживленное, и зеленовато-серые глаза ярко блестели. Своими худыми, сильными руками он рассказывал Антонапулосу обо всем, что случилось за день. Антонапулос сидел, лениво развалившись, и смотрел на Сингера. Если он и шевелил руками, а это бывало редко, то только для того, чтобы сказать, что ему хочется есть, спать или выпить. Эти свои три желания он выражал одними и теми же неопределенными неуклюжими движениями (отрывок из книги КарсонМаккалерс «Сердце – одинокий охотник»).

*Ответ: глухота*

6. Я не люблю, когда люди на меня кричат. Я от этого пугаюсь, потому что они могут ударить меня или ко мне притронуться. И я не знал, что мне делать дальше.

Потом миссис Ширз снова принялась кричать. Я закрыл уши руками, зажмурил глаза и стал клониться вперед, пока не согнулся так, что лоб коснулся травы. Трава была холодной и влажной. И мне сразу сделалось лучше.

Полицейский мужчина сказал:

— Ну? Что тут приключилось?...

Я отвернулся от него и снова упал лицом в траву. А потом издал звук, который отец называет стенаниями. Этот звук у меня вырывается, когда из внешнего мира приходит слишком много информации разом. Так бывает, например, когда я огорчаюсь. Тогда я подхожу к радиоприемнику и ставлю его на промежуточный канал между двумя станциями. Из него начинает вырываться шипение, которое называется. Если сильно отвернуть громкость, то, кроме него, ничего не слышно. И когда я его слушаю, я чувствую себя в безопасности... (отрывок из книги Марк Хэддон «Загадочное ночное убийство собаки»).

*Ответ: РАС*

#### К теме «Преподавание и воспитательная работа»

Цель: обозначить важность организации воспитательной работы, определить ее особенности, основные формы и методы.

#### **Вопросы для обсуждения:**

1. Профессиональная компетентность педагога.
2. Общие характеристики понятий «преподавание» и «воспитательная работа» и их отличия.
3. Формы и методы воспитательной работы.
4. Критерии эффективности воспитательной работы.

Задание:

- составить краткую программу воспитательной работы для 5 класса.

#### К теме «Современные аспекты преподавания учебного предмета с практикумом»

##### *Представление практических заданий*

**Цель** сформировать представления по проектированию контекста педагогической деятельности.

**Задание 1.** Ниже приведены три определения понятия «образовательная система». Как будут различаться стратегии проектирования в зависимости от выбора того или иного определения? Что будет приоритетно являться предметом преобразования в каждом из вариантов?

Образовательная система — это совокупность образовательных программ, удовлетворяющих запросы определенных групп населения на данной территории и обеспечивающих стабильность результатов образовательной деятельности (О. Е. Лебедев).

Образовательная система — это специально выстраиваемая силами общества и государства в соответствии с историческим и социокультурным контекстом система сохранения, воспроизводства и развития Человеческого Качества.

Образовательная система — это специально организованная система, предназначенная включить человека в культуру (прошлую, настоящую, будущую), придать эволюции культуры безопасный ход, т. е. выработать, сформировать определенную готовность к действию, развернуть, наладить механизмы ориентации, адаптации, побуждения, коммуникации, продуцирования ценностей в той или иной области (В. Е. Радионов).

**Задание 2.** На основе анализа образовательных ресурсов Интернет составить перечень сайтов, которые помогут разработать методические материалы к уроку по учебному предмету.

**Задание 3.** Проанализируйте ФГОС ООО и определите содержание компонент, необходимых для проектирования образовательной программы.

**Задание 4.** Разработайте памятку составителю учебного плана (образовательной программы) образовательного учреждения.

**Задание 5.** Разработайте схему представления результатов выбора системы средств обучения.

**Задание 6.** Вы собираетесь готовить учебный материал для обучения определенному учебному действию. Составьте не менее трех «хорошо определенных» целей обучения для описания результатов, которых должны достичь обучающиеся с помощью Вашей программы.

**Задание 7.** Вы собираетесь готовить учебный материал по определенной теме. Составьте не менее трех «хорошо определенных» целей обучения для описания результатов, которых должны достичь обучающиеся с помощью Вашей программы.

К теме «Методика предметного обучения с практикумом на базе школ г. Калининграда»

*Составление плана-конспекта урока*

**Задание:** Разработать план-конспект урока учебного предмета, соответствующего направлению подготовки студента, по следующему шаблону:

#### **ПЛАН-КОНСПЕКТ УРОКА**

Предмет \_\_\_\_\_

Урок № \_\_\_\_\_

Тема урока: \_\_\_\_\_

Тип урока: **Урок «открытия» нового знания**

**Деятельностная цель:** формирование способности обучающихся к новому способу действия.

**Образовательная цель:** расширение понятийной базы за счёт включения в неё новых элементов.

**Формирование УУД:**

**Личностные действия:** (самоопределение, смыслообразование, нравственно-этическая ориентация)

**Регулятивные действия:** (целеполагание, планирование, прогнозирование, контроль, коррекция, оценка, саморегуляция)

**Познавательные действия:** (общеучебные, логические, постановка и решение проблемы)

**Коммуникативные действия:** (планирование учебного сотрудничества, постановка вопросов, разрешение конфликтов, управление поведением партнера, умение с достаточной точностью и полнотой выразить свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации)

Этап урока	Действия учителя	Деятельность обучающихся	УУД
1. Организационный момент (1-2 минуты)			
2. Актуализация знаний (4-5 минут)			
3. Постановка учебной задачи (4-5 минут)			
4. «Открытие нового знания» (построение проекта выхода из затруднения) (7-8 минут)			
5. Первичное закрепление (4-5 минут)			
6. Самостоятельная работа с проверкой по эталону. Самоанализ и самоконтроль (4-5 минут)			
7. Включение нового знания в систему знаний и повторение (7-8 минут)			
8. Рефлексия деятельности			
9. (Итог урока 2-3 минуты)			

К теме «Педагогическая дискуссионная площадка (образовательное событие)».

**Цель:** способствовать саморефлексии студентов в педагогической деятельности.

**Вопросы для обсуждения:**

1. Как вы совершенствовали свое педагогическое мастерство?
2. Какими педагогическими технологиями вы овладели?
3. Реализовали ли вы в своем опыте современные подходы к педагогическому процессу и какие?
4. Проанализируйте собственный опыт работы с учащимися (или их родителями) и обобщите его.
5. Развили ли вы у себя профессионально значимые свойства и качества индивидуальности и личности. Какие?

**Задание:** Заполнить таблицу:

Цели профессиональной деятельности	Результат (что сделано, конкретные достижения)
Совершенствовать свое педагогическое мастерство	
Овладеть конкретной педагогической технологией	
Добиться высоких результатов в обучении	
Реализовать в своем опыте современные подходы к педагогическому процессу	
Добиться признания своих коллег	
Проанализировать собственный опыт работы с учащимися (или их родителями) и обобщить его	
Развивать у себя профессионально значимые свойства и качества индивидуальности и личности.	

#### *Презентация проектов (групповых/индивидуальных)*

Продукт коллективной работы студентов на практическом занятии. Тематика работ выдается на занятии, выбор темы осуществляется студентом (группой) самостоятельно. Подготовка осуществляется во внеаудиторное время. Задания оцениваются непосредственно на занятии.

### **8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**

#### Примерные темы проектов:

1. Применение средств ИКТ в учебной деятельности на примере цифровых образовательных ресурсов.
2. Исторический театр в школе.
3. Создание моделей биологических объектов как способ получения метапредметных знаний. «Макет внутренних органов человека».
4. Практическое применение Математики через реальные задачи.
5. Повышения качества проведения дистанционных занятий.
6. Физика в нашей жизни.
7. Использование социальных сетей в образовательном процессе на примере сети «Вконтакте».
8. Применение нестандартных форм и методов на уроках информатики.
9. Конструктор ДНК.
10. Мейоз «Шпаргалка - Демонстратор».
11. Модель животной клетки.
12. Палеонтология в Калининградской области.
13. Демонстрационный материал в кабинете биологии.
14. Методика обучения истории: трудные вопросы истории России.
15. Анализ концепции преподавания учебного предмета «История».
16. Что важнее для урока – технология или творчество учителя? Какой урок ценнее, полноценнее, современнее – построенный по сценарию или урок-экспромт?
17. Общие черты и особенности стандартов (нормативных документов) исторического образования в РФ и зарубежных странах.
18. Судьба письменных работ в изучении истории.

19. Игра как способ интенсификации учебного процесса на уроках английского языка.
20. Использование MSAccess при обучении информатике.
21. Использование программы Flowgorithm на уроке информатики для изучения блок-схем учениками.
22. Психологическое здоровье детей (проблемы троллинга, буллинга, безопасности в Интернете) 5-7 классы.
23. Профориентация 7-8 классы: «Твой выбор».
24. Стресс перед экзаменами 9 и 11 классы.
25. Школьная успешность.
26. Советы учеников учителям.
27. Я в школе (что меня устраивает, что не устраивает в моей школе).
28. Высокоэффективный класс. Творчество и технологии в процессе обучения.
29. Проблемы подготовки студентов к преподаванию обществознания на основе организации деятельности обучающихся.
30. Методы преподавания обществознания в 70-80 годах 20 века.
31. Внеурочная деятельность в школе.
32. Периодическая система химических элементов.
33. Введение в органическую химию.

### **Примерная схема комплексного анализа урока**

#### ***Содержание деятельности преподавателя и учащихся***

1. Соответствие урока дидактическим принципам. Анализ и оценка эффективности степени реализации основных принципов обучения: научности, доступности и посильности, последовательности (других принципов), реализуемых на уроке
2. Актуальность учебного материала урока и его связь с жизненным опытом учащихся (теории с практикой).
3. Степень новизны, проблемности и привлекательности учебного материала для учащихся (рассматриваемой на этом этапе занятия учебной информации).
4. Оптимальность объема предлагаемой для усвоения за одно занятие информации (объема изучаемого нового материала).

#### ***Анализ мотивационного аспекта урока:***

1. Что предпринимает учитель в начале урока, чтобы вызвать у учащихся интерес к предстоящей работе? Успешным ли, с мотивационной точки зрения, было начало урока?
2. В какой мере педагог обучает учащихся приемам целеполагания?
3. Актуализировал ли учитель по ходу урока мотивационные состояния учащихся?
4. Развитию каких потребностей учитель уделял внимание (интеллектуальная, познавательная, потребность в достижении, в познавательном общении, др. потребностей)?

#### ***Анализ дидактического аспекта урока:***

1. Методы и приемы обучения, применяемые на уроке, их целесообразность и эффективность на данном уроке с точки зрения соответствия возрастным особенностям учащихся, содержанию учебного материала, другим условиям организации педагогического процесса
2. Какие приемы побуждения к активной деятельности использовал учитель чаще всего?
3. Обучаются ли школьники в ходе урока приемам логической, смысловой обработки материала?
4. В какой мере формируются элементы творческого мышления?
5. Удавалось ли учителю переключать учащихся с одного вида деятельности на другой? Насколько эти приемы были эффективны?
6. Учатся ли школьники оценивать и анализировать работу своих товарищей, собственную

мыслительную деятельность?

7. Используется ли на уроке коллективная мыслительная деятельность?
8. Наличие и эффективность обратной связи со всеми учащимися и в свете этого степень оптимальности сочетания индивидуального, дифференцированного и фронтального подходов к учащимся.
9. Какие критерии использует учитель для того, чтобы установить, как понят ли материал?
10. Эффективность контроля за степенью обученности учащихся и уровень требований, на котором производится ее проверка и оценка
11. Наличие, целесообразность и эффективность использования наглядности и современных технологий.

#### ***Воспитательный аспект урока:***

1. Воспитательная эффективность урока: какие методы и приемы воспитания применяются на уроке? Степень эстетического воздействия занятий на учащихся
2. Психологический климат на уроке и стиль общения педагога на уроке, влияние этих факторов на учащихся на уроке

#### ***Общие выводы по уроку:***

1. Тип урока по дидактической цели
2. Цели и задачи урока и их достижение
3. Рациональность и эффективность использования времени занятий, а также оптимальность темпа и чередования основных видов деятельности преподавателя и учащихся в ходе занятий. Плотность, эффективность урока и оптимальность работы учителя
  - Степень обеспечения правил и условий безопасности жизнедеятельности школьников и укрепления их здоровья;

### **Примерная схема анализа и самоанализа урока**

#### 1. Общие сведения:

школа, класс, дата проведения урока;

тема урока, задачи урока.

#### 2. Оборудование урока:

- какие средства обучения использовал учитель;
- подготовлены ли наглядные пособия и технические средства;
- как подготовлена образовательная среда к уроку.

#### 3. Содержание урока:

- соответствует ли содержание программе, задачам урока;
- адаптация изучаемого материала к возрастным и индивидуальным особенностям школьников;
- формированию каких знаний, умений и навыков он способствует;
- с каким материалом учащиеся работали впервые, какие знания, умения и навыки формировались и закрепились на уроке;
- как материал урока способствовал развитию творческих сил и способностей учащихся;
- какие общеучебные и специальные умения и навыки развивались;
- как осуществлялись межпредметные связи;
- соблюдались ли внутрипредметные связи;
- способствовало ли содержание урока развитию интереса к учению.

#### 4. Тип и структура урока:

- какой тип урока избран, его целесообразность;
- место урока в системе уроков по данному разделу;
- как осуществлялась связь урока с предыдущими уроками;
- каковы этапы урока, их последовательность и логическая связь;

- соответствие структуры урока данному типу;
- как обеспечивалась целостность и завершённость урока.

#### 5.Реализация принципов обучения:

- принцип направленности обучения на комплексное решение задач;
- в чём выразилась научность обучения, связь с жизнью, с практикой;
- как реализовывался принцип доступности обучения;
- с какой целью использовался каждый вид наглядности;
- как соблюдался принцип систематичности и последовательности формирования знаний, умений, навыков;
- как достигалась сознательность, активность и самостоятельность учащихся;
- как осуществлялось руководство учением школьников;
- в какой мере осуществлялось развитие учащихся на уроке;
- какой характер познавательной деятельности преобладал (репродуктивный, поисковый, творческий);
- как реализовывались индивидуализация и дифференциация обучения;
- как стимулировалось положительное отношение обучающихся к учению.

#### 6.Методы обучения:

- в какой мере применяемые методы соответствовали задачам урока;
- какой характер познавательной деятельности они обеспечивали;
- какие методы способствовали активизации учения школьников;
- как планировалась и проводилась самостоятельная работа и обеспечивала ли она развитие познавательной самостоятельности обучающихся;
- какова эффективность использованных методов и приёмов обучения.

#### 7.Организация учебной работы на уроке:

- как осуществлялась постановка учебных задач на каждом этапе;
- как сочетались разные формы: индивидуальная, групповая, классная;
- осуществлялось ли чередование разных видов деятельности обучающихся;
- как организовывался контроль за деятельностью обучающихся;
- правильно ли оценивались знания и умения учеников;
- как учитель осуществлял развитие школьников (развитие логического мышления, критичности мысли, умений сравнивать, делать выводы);
- какие приёмы использовал учитель для организации обучающихся;
- как подводил итоги этапов и всего урока.

#### 8.Система работы учителя:

- общая организация работы на уроке, распределение времени, логика перехода от одного этапа к другому, управление учебной работой учащихся, владение классом, соблюдение дисциплины;
- показ учащимся рациональных способов учебной работы;
- определение объёма учебного материала на урок;
- поведение учителя на уроке: тон, такт, местонахождение, внешний вид, манеры, речь, эмоциональность, характер обучения (демократичный или авторитарный), объективность;
- роль учителя в создании нужного психологического микроклимата.

#### 9.Система работы учащихся:

- организованность и активность на разных этапах урока;
- адекватность эмоционального отклика;
- методы и приёмы работы, уровень их сформированности;
- отношение к учителю, предмету, уроку, домашнему заданию;
- уровень усвоения основных знаний и умений;
- наличие умений творческого применения знаний, умений и навыков.

#### 10.Общие результаты урока:

- выполнение плана урока;

- мера реализации общеобразовательной, воспитывающей и развивающей задач урока;
- уровни усвоения знаний и способов деятельности обучающихся:
- 1-й – усвоение на уроке восприятия, понимания, запоминания;
- 2-й – применение в аналогичной и сходной ситуации;
- 3-й – применение в новой ситуации, то есть творческое;

11. Общая оценка результатов и эффективности урока:

**Ориентировочная схема анализа воспитательного мероприятия**

1. Обоснование целей (закрепление, расширение, углубление знаний, полученных детьми на уроках, подготовка к получению новых знаний, формирование нравственных отношений в коллективных делах, развитие самостоятельности, инициативы и т.п.).
2. Соответствие целей внеклассного занятия системе внеклассной работы (планированию внеклассной работы на определённый период, текущий период и т. д.).
3. Форма внеклассного занятия. Эффективность использования данной формы занятия для развития школьников. Соответствие формы занятия возрасту детей, особенностям классного коллектива, индивидуальным особенностям каждого участника, уровню развития учащихся.
4. Эффективность использования времени, отведённого на мероприятие.
5. Эффективность использования выбранных технологий (информационно-коммуникационных и т.д.).
6. Степень активности школьников.
7. Роль учителя в организации и проведении мероприятия.
8. Создание педагогом ситуации выбора:
9. Даны ли педагогом чёткие требования к процессу проведения мероприятия (в зависимости от формы), к отношениям в совместной деятельности.
11. Степень достижений целей
12. Влияние на развитии классного коллектива в целом и индивидуальном развитии каждого ученика.

**8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания**

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать,	хорошо		71-85

	контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **Основная литература**

1. Болотова, А. К. Психология развития и возрастная психология: учебник для вузов (Стандарт третьего поколения) / А. К. Болотова, О. Н. Молчанова. — Санкт-Петербург: Питер, 2021. — 512 с. — (Серия «Учебник для вузов»). Имеются экземпляры в отделах ЭБС «Znanium»
2. Основы педагогики: учебник / Т.С. Дорохова, Ю.А. Верхотурова, М.А. Галагузова и др. . – М. : ИНФР\_М, 2020. – 272 с. Имеются экземпляры в отделах: ЭБС «Znanium».
3. Педагогика инклюзивного образования: учебник / Т.Г. Богданова, А.А. Гусейнова, Н.М. Назарова [и др.]; под ред. Н.М. Назаровой. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 335 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). Имеются экземпляры в отделах ЭБС «Znanium»
4. Рындак, В.А., Аллагулов, А.М., Челпаченко, Т.В. и др. Педагогика / В.А. Рындак, А.М. Аллагулов, Т.В. Челпаченко и др. – Москва: «НИЦ ИНФРА-М», 2020. – 427 с. Имеются экземпляры в отделах: ЭБС «Znanium».
5. Сапогова, Е. Е. Психология развития и возрастная психология: учебное пособие / Е.Е. Сапогова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ИНФРА-М, 2022. — 638 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). Имеются экземпляры в отделах ЭБС «Znanium»
6. Ходусов, А.Н. Методология профессионального образования/ А.Н. Ходусов. – Москва: «НИЦ ИНФРА-М», 2020. -351 с. Имеются экземпляры в отделах: ЭБС «Znanium».

### **Дополнительная литература**

1. Александрова, Е.А., Асадуллин, Р.М., Бережнова, Е.В. и др. Методология педагогики/ Е.А. Александрова, Р.М. Асадуллин, Е.В. Бережнова и др. –Москва: «НИЦ ИНФРА-М», 2020. -296 с. Имеются экземпляры в отделах: ЭБС «Znanium».
2. Гайченко, С. В. Игровые коммуникативные технологии в условиях инклюзивного образования: учебное пособие / С.В. Гайченко. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 83 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). Имеются экземпляры в отделах ЭБС «Znanium»
3. Капранова, В.А. История педагогики в лицах: учебное пособие для бакалавриата/ В.А. Капранова. –Москва: «НИЦ ИНФРА-М», 2019. – 176 с. Имеются экземпляры в отделах: ЭБС «Znanium»

4. Карнаух, Н. В. ИСТОРИЯ ПЕДАГОГИКИ И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПЕДАГОГИКА / Н. В. Карнаух. - Текст : электронный // Znanium.com. - 2017. - №1-12. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/850955>

5. Мишенин, С.Е. Информационно-аналитическая работа/С.Е. Мишенин. - Москва: «НИЦ ИНФРА-М», 2020. -384 с. Имеются экземпляры в отделах: ЭБС «Znanium».

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms.kantiana.ru](http://www.lms.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;

серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;

установленное на рабочих местах студентов соответствующее ПО и антивирусное программное обеспечение.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Балтийский федеральный университет  
имени Иммануила Канта»  
ОНК «Институт высоких технологий»  
Высшая школа нанотехнологий и инженерии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Модуль правовой»**

**Шифр: 16.03.01**

**Направление подготовки: Техническая физика  
Профиль: Прикладная физика наукоемких производств**

**Квалификация (степень) выпускника: Физик. Инженер-физик**

Калининград  
2024

## Лист согласования

**Составители:** Ежова Т.Г., к.ю.н., доцент ОНК «Институт управления и территориального развития»

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»  
Протокол № 15 от «7» марта 2024г.

Председатель Ученого совета ОНК  
«Институт высоких технологий»  
Руководитель ОНК «Институт высоких  
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель образовательных программ

Кулик А. Д.

## Содержание

1. Наименование дисциплины «Модуль правовой».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
  - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
  - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности процессе текущего контроля
  - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
  - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

## 1. Наименование дисциплины: «Модуль правовой».

Цель дисциплины: формирование универсальной компетенций студентов различных направлений подготовки бакалавриата, специалитета, базового высшего образования, позволяющих реализовывать консультационные услуги по юридическим вопросам различным группам населения.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен к формированию собственного жизненно-образовательного маршрута на основе критического мышления, целеполагания, стратегии достижения цели (в том числе в проектном типе деятельности) в условиях создания безопасной среды, с учетом традиционных российских духовно-нравственных ценностей и целей национального развития, в процессе социального взаимодействия	УК-1.3 Использует оптимальные способы для решения определенного круга задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные закономерности формирования, функционирования и развития права;</li><li>- ценностные ориентиры правового регулирования общественных отношений и необходимые для осуществления профессиональной деятельности правовые нормы действующего законодательства.</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- оперировать основными теоретико-правовыми понятиями и категориями, выявлять, описывать и систематизировать их существенные признаки, применять при анализе правовых фактов, правовых текстов;</li><li>- грамотно применять правовые нормы для решения профессиональных задач, правильно толковать термины, используемые в законодательстве.</li><li>- осуществлять подготовку проектов нормативных правовых актов для различных уровней нормотворчества и сфер профессиональной деятельности.</li></ul> <b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- теоретико-правовой терминологией;</li><li>- навыками анализа закономерностей формирования, функционирования и развития права;</li><li>- навыками использования различных приемов и способов толкования норм права для уяснения и разъяснения их смысла и содержания;</li></ul>

		- приемами правотворческой техники, используемыми на различных этапах правотворческой деятельности.
--	--	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Модуль правовой» представляет собой дисциплину по выбору части блока дисциплин подготовки студентов, формируемой участниками образовательных отношений.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий.

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1.	Общая теория права	Тема 1.1. Введение в общую теорию права; Тема 1.2. Формы (источники) права. Нормы и система права; Тема 1.3. Правовое регулирование. Правоотношения; Тема 1.4. Правотворчество; Тема 1.5. Реализация права. Толкование норм права;

		Тема 1.6. Правомерное поведение, правонарушение и юридическая ответственность.
2.	Основы конституционного права	Тема 2.1. Основы теории конституционного права РФ; Тема 2.2. Основы конституционного строя Российской Федерации; Тема 2.3. Конституционные права, свободы и обязанности человека и гражданина; Тема 2.4. Система федеративных отношений России; Тема 2.5. Высшие органы государственной власти РФ. Система судебной власти в РФ; Тема 2.7. Органы законодательной, исполнительной и судебной власти субъектов Российской Федерации. Местное самоуправление.
3.	Основы административного права	Тема 3.1. Административное право, как отрасль права; Тема 3.2. Субъекты административного права; Тема 3.3. Административно-правовые формы и методы деятельности органов публичной администрации; Тема 3.4. Административная ответственность; Тема 3.5. Производство по делам об административных правонарушениях.
4.	Основы частного права	Тема 4.1. Предмет регулирования частного права; Тема 4.2. Источники правового регулирования сферы частного права; Тема 4.3. Проблемы правового положения субъектов частного права; Тема 4.4. Правовой режим объектов гражданских прав; Тема 4.5. Основы обязательственного права; Тема 4.6. Основы семейного и наследственного права; Тема 4.7. Разрешение частно-правовых споров
5.	Основы трудового права	Тема 5.1. Предмет регулирования трудового права, источники правового регулирования трудовых отношений; Тема 5.2. Трудовое правоотношение и трудовой договор (заключение, изменение и прекращение); Тема 5.3. Рабочее время и время отдыха; Тема 5.4. Вознаграждение за труд. Системы оплаты труда; Тема 5.5. Материальная ответственность сторон трудового договора; Тема 5.6. Дисциплина труда; Тема 5.7. Способы защиты трудовых прав и свобод. Индивидуальные и коллективные трудовые споры.
6.	Механизмы защиты прав человека	Тема 6.1. Теоретические основы защиты прав и свобод человека;

		<p>Тема 6.2. Российские механизмы защиты прав и свобод человека;</p> <p>Тема 6.3. Международные механизмы защиты прав и свобод человека.</p>
--	--	--

### Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа:

- Тема 1. Общая теория права.
- Тема 2. Основы конституционного права.
- Тема 3. Основы административного права.
- Тема 4. Основы частного права.
- Тема 5. Основы трудового права.
- Тема 6. Механизмы защиты прав человека.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1. Общая теория права.

*Вопросы для обсуждения:*

1. Предмет и функции науки о праве и государстве.
2. Понятие и признаки права.
3. Понятие государства и его формы.
4. Принципы правового государства.
5. Источники права: понятие и виды.
6. Действие нормативно-правовых актов во времени, пространстве и по кругу лиц.
7. Соотношение системы права и системы законодательства.

Тема 2. Основы конституционного права.

*Вопросы для обсуждения:*

1. Конституция Российской Федерации: общая характеристика.
2. Права и свободы человека и гражданина.
3. Особенности федеративного устройства России.
4. Система органов публичной власти в Российской Федерации и порядок их формирования.
5. Судебная система в РФ.

Тема 3. Основы административного права.

*Вопросы для обсуждения:*

1. Предмет и субъекты административного права.
2. Источники административного права.
3. Правовое регулирование государственного управления.
4. Административная ответственность: санкции, основания и порядок реализации.

Тема 4. Основы частного права.

*Вопросы для обсуждения:*

1. Общие положения гражданского права.
2. Сделки: понятие, виды, формы.
3. Представительство.
4. Понятие, виды и организационно-правовые формы предпринимательской деятельности.
5. Право собственности и иные вещные права.

6. Обязательственное право.
7. Защита прав потребителей: основные положения.
8. Понятие семьи, ее функции.
9. Семейные правоотношения: понятие и виды.
10. Порядок и условия заключения (расторжения) брака. Способы расторжения брака.
11. Права и обязанности супругов.
12. Состав и правовой режим личной собственности супругов.
13. Состав и правовой режим общей собственности супругов.
14. Наследование по закону и наследование по завещанию.
15. Правовые механизмы разрешения частно-правовых споров.

#### Тема 5. Основы трудового права.

##### *Вопросы для обсуждения:*

1. Предмет регулирования трудового права, источники правового регулирования трудовых отношений;
2. Трудовое правоотношение и трудовой договор (заключение, изменение и прекращение);
3. Рабочее время и время отдыха;
4. Вознаграждение за труд. Системы оплаты труда;
5. Материальная ответственность сторон трудового договора;
6. Дисциплина труда;
7. Способы защиты трудовых прав и свобод. Индивидуальные и коллективные трудовые споры.

#### Тема 6. Механизмы защиты прав человека.

##### *Вопросы для обсуждения:*

1. Понятие прав человека.
2. Принципы прав человека.
3. Система прав человека: основания классификации.
4. Концепция «поколений» прав человека.
5. Система конституционных прав человека в РФ.
6. Правовой статус Уполномоченного по правам человека.
7. Компетенция Уполномоченного по правам человека.
8. Институт уполномоченных в РФ.
9. Механизмы защиты прав человека в РФ.
10. Деятельность адвокатуры по защите прав человека.
11. Деятельность прокуратуры по защите прав человека.
12. Порядок обращения граждан в Конституционный Суд РФ по защите своих прав.
13. Защита нарушенных прав в судах общей юрисдикции.
14. Защита прав человека в рамках системы ООН.
15. Порядок обращения индивида в ЕСПЧ.
16. Механизмы защиты прав человека в рамках СНГ.

### **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

#### Требования к самостоятельной работе студентов

1. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Общие положения о праве и государстве. Основы конституционного права. Основы гражданского права. Основы семейного права. Основы уголовного права. Основы административного права.

2. Выполнение домашнего задания, предусматривающего подготовку к семинарским занятиям (использование справочных правовых систем, анализ и изучение учебной, учебно-методической и справочной литературы, интернет-ресурсов; подготовка доклада и презентации по выбранной теме), решение задач, выполнение упражнений, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Общие положения о праве и государстве. Основы конституционного права. Основы гражданского права. Основы семейного права. Основы уголовного права. Основы административного права.

Самостоятельная работа студента – часть образовательного процесса, является дидактическим средством развития готовности к профессиональному самообразованию, средством приобретения навыков и компетенций, соответствующих компетентностной модели выпускника, освоившего основную профессиональную образовательную программу высшего образования. Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня. Самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом учебного процесса для каждого студента.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Общая теория права.	УК-1.3	доклады, творческие задания
Тема 2. Основы конституционного права.	УК-1.3	ситуационные задачи (кейсы), доклады
Тема 3. Основы административного права.	УК-1.3	ситуационные задачи (кейсы), творческие задания
Тема 4. Основы частного права.	УК-1.3	ситуационные задачи (кейсы), доклады
Тема 5. Основы трудового права.	УК-1.3	ситуационные задачи (кейсы), доклады
Тема 6. Механизмы защиты прав человека.	УК-1.3	ситуационные задачи (кейсы), доклады

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

### **Примерные ситуационные задания (кейсы):**

1. Студент Петров И. в ходе изучения Конституции РФ обнаружил, что защита прав и свобод человека и гражданина, прав национальных меньшинств является одновременно предметом ведения РФ и предметом совместного ведения РФ и субъектов РФ (п. (в). ст. 71 и п. (б). Ст. 72 Конституции РФ). Усмотрев в этом противоречие двух конституционно-правовых норм, школьник обратился к депутату областной Думы. Депутат заинтересовался данным аспектом и выступил по этому поводу на заседании областной Думы, предложив законодательному (представительному) органу области обратиться с запросом в Конституционный Суд РФ о толковании данных норм.

*Вправе ли областная Дума обратиться с соответствующим запросом в Конституционный Суд РФ? Какое решение, по Вашему мнению, в данном случае должен вынести Конституционный Суд РФ? Аргументируйте ответ.*

2. Вице-мэр города К. Иршат Минкин два года сдавал недостоверную декларацию о доходах, кроме этого, чиновник не включил в список участок в Приволжском районе г. К. площадью 15 соток. Как стало известно «Федерал Пресс. Приволжье», градоначальник Ильсур Метшин уже объявил подчиненному выговор. По сообщению «Открытого информационного агентства», прокуратура г. К. проводила проверку информации о доходах и имуществе сотрудников казанской мэрии за 2020 и 2021 годы. В действиях Минкина были найдены нарушения федерального законодательства.

*Проанализируйте данную ситуацию. Квалифицируйте действия муниципального должностного лица (определите наличие или отсутствия состава правонарушения со ссылкой на закон (статью)) и последствия для государственного гражданского и муниципального служащего).*

3. Маргарита В. на прогулке нашла кожаное портмоне с 3500 руб. и визитными карточками предполагаемого владельца – адвоката Д. Семенова. Маргарита выбросила визитные карточки, деньги потратила на приобретение продуктов, а портмоне отдала мужу. *Соответствуют ли действия Маргариты требованиям гражданского законодательства? Ответ обоснуйте.*

4. Васечкин оплатил покупку стиральной машины в интернет-магазине. Стиральная машина была доставлена вовремя, подключена и проверена в присутствии представителя службы доставки магазина. Через две недели стиральная машина стала периодически барахлить. Васечкин позвонил в интернет-магазин и заявил, что желает заменить стиральную машину на другую. Представитель магазина ответил Васечкину, что поскольку стиральная машина окончательно не вышла из строя, нет оснований ее менять. В таких случаях ее надо ремонтировать. И указал адрес, по которому Васечкину следует привезти стиральную машину для починки. Васечкин возмутился, заявив, что у него нет автомобиля, чтобы везти большую стиральную машину на другой конец города, да и ремонт может затянуться и как ему быть без стиральной машины? Продавец посочувствовал Васечкину и сказал, что помочь ничем не может. *Определите, насколько правомерны позиции продавца и покупателя в данной ситуации в контексте их прав и обязанностей. Обоснуйте ответ.*

### **Примерный перечень творческих заданий:**

1. Составить кроссворд по теме «Общие положения о праве и государстве».
2. Составить кроссворд по теме «Основы частного права».

### **Примерная тематика докладов:**

1. Проблемы реализации права.
2. Современные юридические коллизии.
3. Правила юридической техники.
4. Презумпции в современном российском праве.
5. Разграничение преступлений и иных правонарушений.
6. Субъект преступления: понятие, виды, признаки.

7. *Правонарушение: понятие, причины, пути предотвращения.*
8. *Юридическая ответственность: проблемы теории и практики.*
9. *Брачный контракт: pro et contra.*
10. *Опека (попечительство) над несовершеннолетними детьми.*
11. *Принципы права. Право объективное и субъективное.*
12. *Право и мораль: единство, различие и взаимосвязь.*
13. *Понятие и виды законов. Стадии принятия законов.*
14. *Подзаконные акты: понятие и виды.*
15. *Действие нормативных актов во времени.*
16. *Действие нормативных актов в пространстве и по кругу лиц.*

### **8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**

*Примерный перечень вопросов к зачету.*

17. Понятие и признаки права.
18. Понятие государства и его формы.
19. Принципы правового государства.
20. Виды источников права.
21. Система российского права.
22. Права и свободы человека и гражданина.
23. Правовой статус личности.
24. Особенности федеративного устройства России.
25. Система органов государственной власти в РФ.
26. Понятие правоспособности и дееспособности.
27. Понятие права собственности. Правомочия собственника.
28. Защита права собственности.
29. Понятие и виды сделок.
30. Общие условия действительности сделки. Ничтожные и оспоримые сделки. Мнимая и притворная сделки.
31. Договоры в гражданском праве.
32. Общая характеристика договора купли-продажи.
33. Защита прав потребителей: основные положения.
34. Ответственность за вред, причиненный источником повышенной опасности.
35. Понятие представительства, виды представительства.
36. Понятия брака, порядок его заключения.
37. Условия действительности брака. Понятия несостоявшегося брака.
38. Обстоятельства, препятствующие для вступления в брак.
39. Личные неимущественные права супругов.
40. Правовой режим имущества супругов.
41. Порядок прекращения брака. Прекращение брака в упрощенном порядке.
42. Алиментные обязательства членов семьи.
43. Наследование по закону и наследование по завещанию: обязательная доля, очереди наследования.
44. Понятие преступления, состав преступления.
45. Правоохранительные органы.
46. Судебная система РФ.
47. Источники административного права.
48. Субъекты административного права.
49. Основы правового регулирования государственного управления.
50. Административная ответственность: санкции, основания и порядок реализации.
51. Понятие прав человека.
52. Принципы прав человека.

53. Система прав человека: основания классификации.
54. Концепция «поколений» прав человека.
55. Система конституционных прав человека в РФ.
56. Правовой статус Уполномоченного по правам человека.
57. Компетенция Уполномоченного по правам человека.
58. Институт уполномоченных в РФ.
59. Механизмы защиты прав человека в РФ.
60. Деятельность адвокатуры по защите прав человека.
61. Деятельность прокуратуры по защите прав человека.
62. Порядок обращения граждан в Конституционный Суд РФ по защите своих прав.
63. Защита нарушенных прав в судах общей юрисдикции.
64. Защита прав человека в рамках системы ООН.
65. Порядок обращения индивида в ЕСПЧ.
66. Механизмы защиты прав человека в рамках СНГ.
67. Источники трудового права: понятие и виды.
68. Основные трудовые права и обязанности работника.
69. Работодатель как субъект трудового права.
70. Трудовое правоотношение: понятие, субъекты и содержание.
71. Основания возникновения, изменения и прекращения трудовых правоотношений.
72. Структура и содержание коллективного договора. Порядок заключения коллективных договоров и сроки их действия.
73. Работник, ограничение правосубъектности. Возраст приема на работу.
74. Понятие трудового договора и его содержание, стороны, порядок заключения. Виды трудовых договоров.
75. Общая характеристика оснований прекращения трудового договора и их классификация.
76. Расторжение трудового договора по инициативе работников.
77. Расторжение трудового договора по инициативе работодателя по основаниям, не связанным с виновными действиями работника.
78. Прекращение трудового договора по обстоятельствам, не зависящим от воли сторон.
79. Дополнительные гарантии при увольнении некоторых категорий работников.
80. Порядок увольнения работника. Выходные пособия.
81. Понятие и виды рабочего времени. Режим и учет рабочего времени, порядок его установления. Работа в режиме гибкого рабочего времени.
82. Понятие сверхурочных работ. Порядок привлечения и компенсации.
83. Порядок привлечения к работе в выходные и праздничные дни и ее компенсация.
84. Понятие и виды времени отдыха. Право граждан на отпуск и гарантии его реализации. Ежегодные основные отпуска и порядок их предоставления. Дополнительные отпуска и порядок их предоставления.
85. Понятие и функции заработной платы, методы ее правового регулирования. Тарифная система и ее элементы. Формы и системы оплаты труда, их понятие и разновидности.
86. Материальная ответственность сторон трудового договора.
87. Дисциплина труда.
88. Способы защиты трудовых прав и свобод. Индивидуальные и коллективные трудовые споры.

Критерии оценки:

Оцениваемые параметры	Оценка
Слушатель представляет развернутые ответы на поставленные вопросы. Свободно владеет терминологией, знает содержание источников права, умеет оперировать понятиями, свободно анализирует, исследует и проводит толкование правовых актов.	Зачтено

Слушатель допускает ошибки в ответах на поставленные вопросы, демонстрирует отсутствие знаний источников права. Не владеет терминологией.	Не зачтено
---	------------

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

#### 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

### Основная литература

1. Основы государства и права: учебник / А. В. Корнев, Т. В. Петрова, О. В. Танимов и др.; отв. ред. А. В. Корнев. — Москва: Проспект, 2022. — 360 с. - ISBN 978-5-392-37405-2; [Электронный ресурс]. - URL: <http://ebs.prospekt.org/book/46586>

### Дополнительная литература

1. Ламбаев Ж. Т. Основы гражданского права: учебное пособие. – Москва: Проспект, 2022. – 224 с. - ISBN 978-5-392-36508-1; [Электронный ресурс]. - URL: <http://ebs.prospekt.org/book/45527>

2. Малько, А. В. Правоведение: учебник / А. В. Малько, В. В. Субочев. — Москва: Норма: ИНФРА-М, 2020. — 304 с. - ISBN 978-5-91768-752-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1105866>

3. Працко, Г. С. Правоведение: учебник / Г. С. Працко. - Москва: РИОР, ИНФРА-М, 2023. - 435 с. - (Высшее образование). - DOI: [doi.org/10.2939/02092-0](https://doi.org/10.2939/02092-0). - ISBN 978-5-369-02092-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2034500>

4. Теория государства и права: учебник / В. Н. Власенко, Т. В. Власова, В. М. Дуэль [и др.]; под ред. В. В. Ершова, отв. ред. Т. В. Власова, Т. С. Лесовая. - Москва: РГУП, 2023. - 464 с. - ISBN 978-5-00209-018-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2069311>

### 10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантиана (<https://elib.kantiana.ru/>)

### 11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms.kantiana.ru](http://www.lms.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет, установленное на рабочих местах студентов соответствующее ПО и антивирусное программное обеспечение
- установленное на рабочих местах студентов соответствующее ПО и антивирусное программное обеспечение.

### 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила  
Канта»  
**ОНК «Институт высоких технологий»  
Высшая школа нанотехнологий и инженерии**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Модуль предпринимательский»**

**Шифр: 16.03.01**

**Направление подготовки: Техническая физика**

**Профиль: Прикладная физика наукоемких производств**

**Квалификация (степень) выпускника: Физик. Инженер-физик**

Калининград  
2024

## Лист согласования

### Составители:

Шалапина М.А., к.э.н., доцент ОНК «Институт управления и территориального развития»;  
Зонин Н.А., к.э.н., доцент ОНК «Институт управления и территориального развития».

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от «7» марта 2024г.

Председатель Ученого совета ОНК  
«Институт высоких технологий»  
Руководитель ОНК «Институт высоких  
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель образовательных программ

Кулик А. Д.

## Содержание

1. Наименование дисциплины «Модуль предпринимательский».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
  - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
  - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
  - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
  - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

## 1. Наименование дисциплины: «Модуль предпринимательский».

Цель дисциплины: является расширение области и уровня знаний в предпринимательской деятельности; изучение сущности, целей и содержания разделов бизнес-плана, а также приобретение умений и навыков в области разработки бизнес-планов предприятий-участников.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК – индикатор достижения компетенции)	Результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен к формированию собственного жизненно-образовательного маршрута на основе критического мышления, целеполагания, стратегии достижения цели (в том числе в проектно-деятельности) в условиях создания безопасной среды, с учетом традиционных российских духовно-нравственных ценностей и целей национального развития, в процессе социального взаимодействия	УК.1.11. Определяет свои личные ресурсы, возможности и ограничения для достижения поставленной цели  УК.1.12. Планирует и достраивает собственный жизненно-образовательный маршрут при получении основного и дополнительного образования	<b>Знать:</b> способы самоанализа и самооценки собственных сил и возможностей; стратегии личностного развития, методы эффективного планирования времени, эффективные способы самообучения и критерии оценки успешности личности  <b>Уметь:</b> определять задачи саморазвития и профессионального роста, распределять их на долгосредне- и краткосрочные с обоснованием их актуальности и определением необходимых ресурсов, планировать свою жизнедеятельность на период обучения в образовательной организации, анализировать и оценивать собственные силы и возможности; выбирать конструктивные стратегии личностного развития на основе принципов образования и самообразования  <b>Владеть:</b> приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, приемами оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач, инструментами и методами управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей

--	--	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Модуль предпринимательский» представляет собой дисциплину по выбору части блока дисциплин подготовки студентов, формируемой участниками образовательных отношений.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
I	Содержание процесса бизнес-планирования	<p>Определение бизнес-плана, его роль в современном предпринимательстве. Отличие бизнес-плана от других плановых документов. Цели, задачи и функции бизнес-планирования. Участники процесса бизнес-планирования. Общие требования к бизнес-плану. Организация процесса бизнес-планирования.</p> <p>Основные разделы бизнес-плана. Зависимость структуры бизнес-плана от специфики деятельности, целей составления, размеров предприятия. Классификация бизнес-планов. Виды работ, выполняемых в процессе бизнес-планирования, их увязка со структурой бизнес-плана. Оформление бизнес-плана: титульный лист,</p>

		<p>аннотация, меморандум о конфиденциальности, оглавление.</p> <p>Порядок изложения концепции. Возможности использования резюме как рекламного документа и заявки на финансирование. Сведения о предприятии, указываемые в бизнес-плане.</p>
2	Продукты и услуги	<p>Формы подачи информации о продуктах и услугах. Наименование и назначение продукции (услуг). Потребительские свойства и основные характеристики продукта. Конкурентоспособность услуг и продукции. Структура и динамика реализации услуг, продукции. Условия предоставления и реализации услуг продукции. Степень готовности услуг, продукции к реализации. Необходимость приобретения лицензий на соответствующие виды деятельности, патентов, авторских прав и т. п. Дополнительные сервисные услуги. Гарантии и сервис.</p>
3	Описание бизнеса.	<p>Описание компании. Возможности ведения бизнеса. Основная информация о компании. Миссия и основные цели развития бизнеса.</p>
4	Исследование и анализ рынка	<p>Анализ отрасли и основные отраслевые характеристики. Цель анализа рынка и рыночных возможностей. Проведение маркетинговых исследований. Общее описание рынка и его целевых сегментов. Определение спроса на продукты/услуги. Анализ конкурентов.</p>
5	План маркетинга	<p>Разработка и обоснование маркетинговой стратегии. Ассортиментная политика, создание новой продукции, стратегия предприятия в области качества, рыночная атрибутика товара. Формирование целей ценообразования, выбор метода ценообразования, выработка ценовой стратегии и тактики. Характеристика каналов сбыта товара. Структура комплекса маркетинговых коммуникаций. Разработка бюджета маркетинга.</p>
6	Производственный и организационный план	<p>Оценка потребности в основных производственных фондах. Формирование производственной программы. Планирование потребности в оборотных средствах. Расчет амортизационных отчислений. Определение потребности в материальных ресурсах, средствах на оплату труда. Расчет сметы затрат на производство. Составление календарного плана графика.</p> <p>Трудовой контракт на предприятии. Способы создания эффективной команды. Разработка штатного расписания. Организационная структура.</p>
7	Финансовый план, оценка эффективности инвестиций и рисков	<p>Потребность в инвестициях и источники их финансирования. Финансово-экономические результаты деятельности предприятия. Планирование основных финансовых показателей. Подготовка плановых документов методы финансового прогнозирования. Принципы оценки эффективности инвестиций: дисконтирование и расчет денежного потока. Расчет показателей чистой текущей стоимости, индекса</p>

		прибыльности, периода окупаемости, внутренней нормы доходности. Классификация рисков. Анализ рисков. Оценка риска проекта. Оценка потерь риска. Методика оценки рисков проекта. Проведение анализа непротиворечивости мнений экспертов. Тип области риска проекта. Организационные меры по профилактике и нейтрализации рисков.
--	--	--

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

**Тема 1: Содержание процесса бизнес-планирования.** Сущность бизнес-плана. Роль бизнес-планирования для предприятия. Этапы при разработке бизнес-плана. Источники бизнес-идеи. Источники финансовых ресурсов. Эффективность инвестиций. Требования к осуществлению бизнес-планирования. Подходы к структурированию бизнес-плана. Структура бизнес-плана. Методика написания разделов бизнес-плана. Оформление титульного листа. Оглавление. Содержание резюме проекта.

**Тема 2. Продукты и услуги.** Формы подачи информации о продуктах и услугах. Наименование и назначение продукции (услуг). Потребительские свойства и основные характеристики продукта. Конкурентоспособность услуг и продукции. Структура и динамика реализации услуг, продукции. Условия предоставления и реализации услуг продукции. Степень готовности услуг, продукции к реализации. Необходимость приобретения лицензий на соответствующие виды деятельности, патентов, авторских прав и т.п.

**Тема 3. Описание бизнеса.** Описание компании. Возможности ведения бизнеса. Основная информация о компании. Миссия и основные цели развития бизнеса.

**Тема 4. Исследование и анализ рынка.** Анализ отрасли и основные отраслевые характеристики. Цель анализа рынка и рыночных возможностей. Проведение маркетинговых исследований. Общее описание рынка и его целевых сегментов. Определение спроса на продукты/услуги. Анализ конкурентов.

**Тема 5. План маркетинга.** Разработка и обоснование маркетинговой стратегии. Ассортиментная политика, создание новой продукции, стратегия предприятия в области качества, рыночная атрибутика товара. Формирование целей ценообразования, выбор метода ценообразования, выработка ценовой стратегии и тактики. Характеристика каналов сбыта товара. Структура комплекса маркетинговых коммуникаций. Разработка бюджета маркетинга.

**Тема 6. Производственный и организационный план.** Оценка потребности в основных производственных фондах. Формирование производственной программы. Планирование потребности в оборотных средствах. Расчет амортизационных отчислений. Определение потребности в материальных ресурсах, средствах на оплату труда. Расчет сметы затрат на производство. Составление календарного плана графика. Трудовой контракт на предприятии. Способы создания эффективной команды. Разработка штатного расписания. Организационная структура.

**Тема 7. Финансовый план, оценка эффективности инвестиций и рисков.** Потребность в инвестициях и источники их финансирования. Финансово-экономические результаты деятельности предприятия. Планирование основных финансовых показателей. Подготовка плановых документов методы финансового прогнозирования. Принципы оценки эффективности инвестиций: дисконтирование и расчет денежного потока. Расчет показателей чистой текущей стоимости, индекса прибыльности, периода окупаемости, внутренней нормы доходности. Классификация рисков. Анализ рисков. Оценка риска проекта. Оценка потерь риска. Методика оценки рисков проекта. Проведение анализа непротиворечивости мнений экспертов. Тип области риска проекта. Организационные меры по профилактике и нейтрализации рисков.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

**Тема 1: Содержание процесса бизнес-планирования.**

*Вопросы для обсуждения:* Система планирования в условиях рынка как основной метод и составная часть управления экономикой. Прогнозирование в рыночной экономике: понятие, содержание, роль и значение; взаимосвязь прогнозирования и планирования.

Роль и место планирования в управлении предприятием. Планирование как наука и вид экономической деятельности. Сущность и структура объектов планирования. Предмет планирования. Временные границы планирования. Экономический механизм управления предприятием. Система планов: перспективное, среднесрочное, текущее планирование.

Бизнес-план предприятия.

#### **Тема 2: Продукты и услуги.**

*Вопросы для обсуждения:* Основные факторы привлекательности продукта и услуги. Какие продукты (услуги) отвечают требованиям «новизны». В чем может состоять уникальность продукта (услуги)? Патентная защищенность товара. Ключевые факторы успеха продукции (услуги). Каким образом в бизнес-плане отражается внешнее оформление продукта?

#### **Тема 3. Описание бизнеса.**

*Вопросы для обсуждения:* Основная информация о компании. Миссия и основные цели развития бизнеса.

#### **Тема 4. Исследование и анализ рынка.**

*Вопросы для обсуждения:* Прогноз конъюнктуры рынка. Определение потенциала рынка, емкости рынка, доли рынка, темпов роста рынка. Прогноз развития рынка. Общее описание рынка и его целевых сегментов. Определение спроса на продукты/услуги. Анализ потребителей. Анализ конкурентов, поставщиков, посредников.

#### **Тема 5. План маркетинга.**

*Вопросы для обсуждения:* Общая стратегия маркетинга: рыночная стратегия бизнеса, описание и анализ особенностей потребительского рынка, влияние внешних факторов на объем и структуру сбыта. Планирование ассортимента. Оценка конкурентоспособности товара. Планирование цены. Прогнозирование величины продаж. Разработка собственной ценовой политики фирмы, а также сравнение с ценовой стратегией конкурентов. Анализ системы ценовых скидок как инструмента стимулирования реализации. Сравнительный анализ эффективности методов реализации. Структура собственной торговой сети. Политика по послепродажному обслуживанию и предоставление гарантий. Реклама и продвижение товара на рынок.

#### **Тема 6. Производственный и организационный план.**

*Вопросы для обсуждения:* Производственный цикл. Производственные мощности. Развитие производственных мощностей за счет приобретения и аренды. Структура и показатели производственной программы. Анализ выполнения плана производства. Анализ портфеля заказов. Расчет производственной мощности. Планирование выпуска продукции. Планирование выполнения производственной программы. Планирование потребности в персонале. Планирование трудоемкости производственной программы. Расчет и анализ баланса рабочего времени. Планирование производительности труда. Состав средств на оплату труда. Анализ фонда заработной платы. Планирование фонда заработной платы. Планирование снижения себестоимости продукции. Планирование сметы затрат на производство продукции. Экономическое обоснование создания, реорганизации предприятия. Организационная структура, экономическое обоснование и оценка эффективности. Управленческая команда и персонал.

#### **Тема 7. Финансовый план, оценка эффективности инвестиций и рисков.**

*Вопросы для обсуждения:* Финансы предпринимательской организации. Управление финансами: финансовый механизм, финансовые методы, финансовые ресурсы, финансовые рычаги. Оценка эффективности предпринимательской деятельности: принципы и методы. Цели, задачи и функции финансового планирования. Содержание финансового плана. Анализ финансового положения. Планирование доходов и поступлений. Планирование расходов и отчислений. Привлечение кредитов и анализ их эффективности. Источники финансирования ресурсов предприятия и их соотношение. Анализ эффективности инвестиций. Срок полного возврата вложенных средств и получение дохода от них.

Составление графика безубыточности по материалам бизнес-плана. Баланс доходов и расходов фирмы. Хозяйственный риск: сущность, место и роль в планировании. Виды потерь и риска: материальные, трудовые, финансовые, времени. Внешние и внутренние риски. Показатели риска и методы его оценки. Методы снижения риска: страхование, поручительство, распределение риска, резервирование средств. Анализ и планирование риска. Методы анализа.

Требования к самостоятельной работе студентов

*1. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:* Содержание процесса бизнес-планирования. Анализ рынка. План маркетинга. Производственный и организационный план. Финансовый план, оценка эффективности инвестиций и рисков.

*2. Выполнение домашнего задания, предусматривающего решение сквозной задачи, по следующим темам:* Продукты и услуги. Описание бизнеса. Исследование и анализ рынка. План маркетинга. Производственный и организационный план. Финансовый план, оценка эффективности инвестиций и рисков.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Содержание процесса бизнес-планирования.	УК-1.11 УК-1.12	<i>Опрос. Тестовые задания</i>
Исследование и анализ рынка	УК-1.11 УК-1.12	<i>Тестовые задания, Кейс-задание. Решение задач.</i>
План маркетинга	УК-1.11 УК-1.12	<i>Дискуссия. Кейс-задание.</i>
Производственный и организационный план	УК-1.11 УК-1.12	<i>Дискуссия. Кейс-задание. Решение задач.</i>
Финансовый план, оценка эффективности инвестиций и рисков	УК-1.11 УК-1.12	<i>Дискуссия. Кейс-задание. Решение задач.</i>

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

*Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:*

*По теме 1 «Содержание процесса бизнес-планирования».*

*Тестовое задание:*

1. Планирование это:

- а) функция управления по определению будущих целей, пропорций и ресурсов функционирования организации;
- б) функция управления по определению будущих пропорций и ресурсов функционирования организации
- в) функция управления по определению будущих ресурсов функционирования организации, необходимых для достижения поставленных целей;
- г) определение места на рынке.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

## 2. Основные цели бизнес-плана:

- а) обоснование проектных решений в бизнесе, связанных с затратами инвестиционных ресурсов;
- б) детализация стратегических изменений, предусмотренных стратегическим планом предприятия; в) поиск партнеров по реализации проекта;
- г) календарное планирование работ.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

## 3. Адресаты внутреннего бизнес-плана это:

- а) собственники предприятия;
- б) менеджмент;
- в) потенциальные партнеры и инвесторы;
- г) весь персонал предприятия.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

## 4. Дайте полное определение бизнес-плану:

- а) план, который описывает и обосновывает бизнес-идею без анализа внешней среды;
- б) план, программа осуществления бизнес-операций, действий фирмы, содержащая сведения о фирме, товаре, его производстве, рынках сбыта, маркетинге, организации операций и их эффективности;
- в) любой план предпринимателя, который открывает новый бизнес;
- г) план действий фирмы, который содержит информацию о фирме, товаре, рынке и конкурентах. Ваш выбор. \_\_\_\_\_

## 5. Отличительная черта бизнес-плана:

- а) краткосрочность плана;
- б) сводный характер бизнес-плана (связь сфер: от производственно-технической до маркетинго-сбытовой, их взаимное влияние и влияние на результирующие показатели);
- в) долгосрочность планирования, ориентация на стратегическое развитие и стратегию;
- г) ориентир на получение прибыльного бизнеса и снижение издержек.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

## 6. Выберите функцию, которая не относится к основным функциям бизнес-плана:

- а) разработка модели бизнеса, отработка стратегии;
- б) средство мониторинга: контроль настоящего и сравнение результатов с ожидаемыми;
- в) функция контроля качества выпускаемой предприятием продукции;
- г) инструмент для доступа к финансовым ресурсам, привлечение кредиторов и инвесторов.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

## 7. Что такое бизнес-план?

- а) необходимый документ для добывания денег или получения льгот;
- б) рабочий инструмент, позволяющий исследовать и оценить любое конкретное направление и перспективы деятельности предприятия или фирмы на определенном рынке в сложившихся организационно-экономических условиях;
- в) развернутое обоснование проекта, дающее возможность всесторонне оценить эффективность принятых решений, планируемых мероприятий, ответить на вопрос, стоит ли вкладывать деньги в данный проект;
- г) все ответы верные.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

8. Инвестиционный бизнес-план разрабатывается в первую очередь:

- а) для государственных учреждений, в том числе для налоговой инспекции;
- б) для банка, который может дать кредит;
- в) для совета директоров, генерального директора и ведущих менеджеров предприятия;
- г) для федеральной, региональной и местной администрации.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

9. В первую очередь владельцев (акционеров) интересует:

- а) эффективность использования ресурсов;
- б) прибыльность (уровень рентабельности инвестированного капитала);
- в) ликвидность;
- г) распределение прибыли (дивиденды на акцию).

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

10. Какие предпосылки должны быть созданы на предприятии для успешного функционирования системы планирования и планово-контрольных расчётов:

- а) кадровые – готовность руководства;
- б) организационные – дееспособная организация управления;
- в) информационные – наличие эффективного инструмента для сбора, переработки и передачи планово-контрольной информации;
- г) законодательные – наличие законов, способствующих развитию экономики в РФ;
- д) методические – наличие банка методик для различных отраслей промышленности;
- е) первые три.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

11. Плановая информация определяет:

- а) аналитическую и прогнозную информацию;
- б) цели и мероприятия, характеризующие будущие события, имеющие отношения к предприятию;
- в) субъективную информацию о бизнесе;
- г) описание пути превращения идеи в связанную реальность.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

12. Выделите три основные причины, почему мы должны планировать бизнес?

- а) бизнес-планирование – обдумывание идеи;
- б) бизнес-план – рабочий инструмент для принятия решения, контроля и управления;
- в) бизнес-план – способ сообщения идей заинтересованным инвесторам;
- г) бизнес-план – средство для получения денег; д) бизнес-план – средство для получения льгот.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

13. Бизнес-план в первую очередь представляет собой:

- а) результат комплексного исследования различных сторон деятельности предприятия (производства, реализации продукции, послепродажного обслуживания и др.);
- б) документ, определяющий способы решения проблем;
- в) проект, который с достаточной вероятностью не гарантирует получение максимальной прибыли;
- г) документ, определяющий перспективы развития организации.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

14. Главной задачей бизнес-плана является:

- а) сформулировать долговременные и краткосрочные цели фирмы, стратегии и тактики их достижения;
- б) определить конкретное направление деятельности фирмы, целевые рынки и место фирмы на этих рынках;
- в) оценить материальное и финансовое положение фирмы и соответствие имеющихся и привлекаемых ресурсов поставленным перед фирмой целям;
- г) сформулировать стратегии фирмы и тактики их достижения.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

15. Функции бизнес-планирования:

- а) контроль – возможность оперативного отслеживания выполнения плана, выявления ошибок и возможной его корректировки;
- б) оптимизация – обеспечение выбора допустимого и наилучшего варианта развития предприятия в конкретной социально-экономической среде;
- в) координация и интеграция – учёт взаимосвязи и взаимозависимости всех структурных подразделений компании с ориентацией их на единый общий результат;
- г) все ответы верны.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

16. Принципы бизнес-планирования:

- а) необходимость;
- б) прерывность;
- в) информированность;
- г) затратность.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

17. Типичные ошибки в бизнес-планировании:

- а) смутно установлены цели проекта;
- б) четкое определение цели проекта;
- в) переоценка риска;
- г) неполнота проработки разделов.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

18. К внешней среде бизнеса относят:

- а) сферу, в которой предприятие осуществляет свою деятельность;
- б) совокупность «факторов влияния» вне предприятия, на которые само предприятие не может влиять непосредственно;
- в) сферу, в которой предприятие не осуществляет свою деятельность;
- г) совокупность «факторов влияния» вне предприятия, на которые само предприятие может влиять непосредственно.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

19. К внутренней среде бизнеса относят:

- а) общая среда, которая находится в рамках предприятия;
- б) совокупность «факторов влияния» вне предприятия, которые непосредственно подконтрольны предприятию;
- в) часть общей среды, которая находится в рамках предприятия;
- г) совокупность «факторов влияния» внутри предприятия, которые непосредственно подконтрольны предприятию.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

20. Бизнес-план используется:

- а) для привлечения инвестиций;
- б) для получения кредита;
- в) для оценки реальных возможностей;
- г) все ответы верны.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

21. Внешние цели бизнес-плана:

- а) самоутверждение, инструмент управления;
- б) получение банковского кредита, привлечение инвестиций, создание стратегических союзов, подписание большого контракта;
- в) самоутверждение, привлечение инвестиций, создание стратегических союзов, подписание большого контракта;
- г) инструмент управления, получение банковского кредита, привлечение инвестиций.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

22. Цели внутреннего бизнес-плана:

- а) самоутверждение, инструмент управления;

- б) получение банковского кредита, привлечение инвестиций, создание стратегических союзов, подписание большого контракта;
  - в) самоутверждение, привлечение инвестиций, создание стратегических союзов, подписание большого контракта;
  - г) инструмент управления, получение банковского кредита, привлечение инвестиций.
- Ваш выбор. \_\_\_\_\_

23. Бизнес-планированием на предприятии занимаются:

- а) инвесторы;
- б) генеральный директор и рабочая группа специалистов;
- в) совет директоров;
- г) независимые консультанты совместно с менеджерами предприятия.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

24. Какие инвестиционные решения относятся к разряду основных решений:

- а) вложение в ценные бумаги;
- б) создание основного капитала;
- в) формирование оборотного капитала;
- г) распределение прибыли.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

25. Укажите первоочередные проблемы, которые влияют на финансово-хозяйственную деятельность предприятия:

- а) отсутствие денег;
- б) отсутствие или неопределенность целей;
- в) неэффективное планирование и управление финансами;
- г) ненормальный подход к бизнес-планированию.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

### *Тестовые задания по теме 2 «Исследование и анализ рынка»*

1. Главная цель оценки и прогнозирования рынка сбыта:

- а) сегментация рынка;
- б) выявление факторов конкуренции;
- в) достоверная оценка объёма продаж;
- г) прогнозирование рыночной конъюнктуры.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

2. Ёмкость рынка это:

- а) суммарный объём товаров, который может быть предложен, продавцами;
- б) суммарный объём покупок, которые могут быть совершены покупателями данного товара за определенный период времени при определенных условиях;
- в) суммарная стоимость товаров, предложенная производителями в единицу времени;
- г) потенциальная возможность реализации товара на данном рынке.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

3. К методам оценки и прогнозирования объёма продаж относят:

- а) методы статистического моделирования;
- б) морфологические методы;
- в) экспертные оценки;
- г) все ответы верны.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

4. Объективные факторы, влияющие на выбор методов оценки и прогнозирования объёма продаж:

- а) стадия разработки бизнес-плана;
- б) тип проекта;
- в) условия реализации проекта;
- г) сложившаяся практика.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

5. Базовые стратегии обеспечения конкурентных преимуществ:

- а) стратегия относительно цены на товар;
- б) стратегия относительно качества товара;
- в) стратегия относительно цены и качества товара;
- г) стратегия продвижения.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

6. Комплекс маркетинга разрабатывается для каждого:

- а) посредника;
- б) сегмента рынка;
- в) рынка в целом;
- г) непосредственного конкурента.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

7. В бизнес-плане продвижение нового продукта связано с:

- а) микс-маркетингом;
- б) формированием стратегий маркетинга;
- в) описанием продукта;
- г) изучением спроса на продукцию.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

8. Участники рынка доверяют бизнес-планам, в которых:

- а) обоснована выгодность инвестиций;
- б) представлен анализ рынка;
- в) обоснован вид товара (услуги);
- г) нет конкретности.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

9. Большинство предпринимателей изначально стремятся:

- а) проанализировать предполагаемый к производству товар (услугу) на предмет привлекательности рынка;
- б) представить результаты своей деятельности;
- в) войти в чужой бизнес;
- г) создать бизнес.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

10. Деловая привлекательность региона определяется:

- а) эффективностью вывоза региональных ресурсов и использования ввозимых ресурсов внутри территории;
- б) соотношением уровней реального и нормативного потребления;
- в) развитостью конкуренции в регионе;
- г) уровнем валового регионального продукта на душу населения и его динамикой.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

11. Ёмкость рынка определяется на основе:

- а) данных об интенсивности стимулирования продаж;
- б) исследование восприятия потребителей;
- в) суммирования первичных, повторных и дополнительных продаж;
- г) структурных характеристик рынка.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

12. Общими критериями сегментирования для потребительских и промышленных рынков являются:

- а) юридический;
- б) демографический;
- в) поведенческий;
- г) технологический.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

13. Преобладающим источником ёмкости рынка является:

- а) спрос приезжего населения;
- б) спрос учреждений социального типа;
- в) покупки товаров местным населением;
- г) сезонный спрос населения.

Ваш выбор: \_\_\_\_\_

14. Какой из следующих признаков свидетельствует об отсутствии конкуренции в отрасли:

- а) падение прибыли в отрасли, производящей этот продукт;
- б) неспособность фирм данной отрасли к расширению производства;
- в) невозможность другими фирмам войти в данную отрасль;
- г) более низшим отраслевой уровень оплаты труда, чем в целом по стране.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

15. Преобладающим источником ёмкости рынка является:

- а) спрос приезжего населения;
- б) спрос учреждений социального типа;
- в) покупки товаров местным населением;
- г) сезонный спрос населения.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

16. Показатели рыночной инфраструктуры:

- а) плотность торгово-сбытовой и складской сети;
- б) обеспечения гарантий занятости, сокращение рабочего времени;
- в) оценка уровня удовлетворения спроса, потребления;
- г) создание необходимых технологических процессов рыночных структур.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

17. Термин, отражающий способность и желание людей платить за что-либо:

- а) потребность;
- б) спрос;
- в) необходимость;
- г) желание.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

18. Конъюнктура рынка характеризуется:

- а) сложностью внешней среды предприятия;
- б) временной ситуацией на рынке;
- в) организационной культурой предприятия;
- г) приоритетами в распределении ресурсов.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

19. В современной экономике выделяют следующие основные модели рынка:

- а) свободная конкуренция, чистая монополия, монополистическая конкуренция, олигополия;
- б) неценовая конкуренция, монополия, монополистическая конкуренция, олигополия;
- в) чистая монополия, добросовестная конкуренция, монополистическая конкуренция, олигополия; г) чистая монополия, олигополия.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

20. Сегментация рынка – это:

- а) нахождение частей рынка, на которые направлена маркетинговая деятельность предприятия;
- б) рекламная акция;
- в) способ защиты прав потребителей;
- г) поиск покупателя.

Ваш выбор. \_\_\_\_\_

**Кейс-задание по темам: «Исследование и анализ рынка», «План маркетинга», «Производственный и организационный план», «Финансовый план, оценка эффективности инвестиций и рисков»**

Задание: разработать бизнес – план для самостоятельно выбранного студентом направления:

1. Разработать основную концепцию бизнеса.
2. Разработать миссию предприятия и цель организации.
3. Провести внешний и внутренний анализ и на базе данных анализа составить матрицу SWOT (с выводами и формулировкой краткосрочных целей).
4. Разработать план маркетинга (описать целевую аудиторию, описать товар или услугу под целевую аудиторию, описать принципы ценовой политики, описать каналы распределения и составить план продвижения).
5. Производственный план (составить план продаж за год с его прогнозом поквартально)
6. Организационный план (отразить организационную структуру предприятия с ее кратким описанием)
7. Финансовый план, оценка эффективности инвестиций (Составить смету затрат, составить прогнозный отчет о прибылях и убытках за год по кварталам, провести анализ безубыточности, определить рентабельность вложения средств в данный проект; сроки окупаемости инвестиций; степень и факторы риска, оказывающие определяющее влияние на результат).

**Задачи по теме 2 «Исследование и анализ рынка»**

**Задача 1.** Предприятие по производству мяса птицы работает на внутреннем региональном рынке с общей численностью населения 3 000 000 человек. Продукция предприятия является доступной по цене для всех потенциальных потребителей. Не употребляют продукт дети до 6 месяцев, что составляет 5% от общей численности. Потребление мяса в ежемесячном рационе составляет 1,5 кг на человека. Стоимость 1 кг продукции - 70 руб. Определите потенциал рынка.

**Задача 2.** Предприятию общественного питания, находящемуся в городе «Х», известна емкость рынка ресторанных услуг в городе «Z». Пользуясь методом вмененных коэффициентов и, используя статистические данные, можно рассчитать этот показатель для города «Х»:

Показатель		Город «Z»	Город «Х»
Емкость рынка ресторанных услуг, руб.		27 840 000 000	?
Средний уровень дохода населения, чел.		7000	6082
Численность населения, чел.		8 500 000	623 200
Частота посещений в год		84	48

**Задача 3.** Емкость рынка молочной продукции региона равна 45357т, объем товарного предложения фирмы «Х» равен 2 359т. Чему равна доля рынка предприятия?

**Задача 4.** Емкость рынка кондитерских изделий региона в конце базисного периода равна 36269 т, в конце анализируемого периода – 45550 т, ситуация на рынке анализировалась в течение года.

**Задача 5.** Предприятие по производству мороженого провело маркетинговые исследования потребителей с целью выявления их отношения к своей новой марке и

продукции конкурентов (данные в таблице). Определите отношение к продукту и степень удовлетворенности потребителей при помощи метода идеальной точки.

Показатель	Важность показателя	Идеальная точка	Марки		
			Мнения относительно марки «А»	Мнения относительно марки конкурентов «В»	Мнения относительно марки конкурентов «С»
1 Вкус (сладкий 1-кислый – 7)	6	2	3	2	3
2. Энергетическая ценность (высокая 1-низкая 7)	4	4	3	4	5
3.Наличие наполнителей (высокое 1-низкое 7)	5	1	4	1	1
4. Цена (высокая 1-низкая 7)	6	5	4	4	5
5. Натуральность (высокая 1-низкая 7)	4	2	2	2	2
А <sub>о</sub>			?	?	?

#### Задачи по теме 6 «Производственный и организационный план».

**Задача 1.** В цехе машиностроительного завода установлено 100 станков. Режим работы цеха двухсменный. Продолжительность смены 8 часов. Годовой объём выпуска продукции 280 тыс. изделий, производственная мощность цеха 310 тыс. изделий. В первую смену работают все станки, во вторую - 50% станочного парка, количество рабочих дней в году 260. Время фактической работы одного станка в год - 4000 часов. *Определить* коэффициент сменности работы станков; коэффициент экстенсивного использования оборудования; коэффициент интенсивного использования оборудования; коэффициент интегрального использования оборудования.

**Задача 2.** Планом производства предусмотрено выпустить продукции в количестве 25000 шт. Вся выпущенная продукция будет реализована. Предприятие планирует поквартальное повышение цен на 2 %. Условия оплаты продукции: 70 % поступления денежных средств в текущем месяце, 30 % – в последующем месяце. Производство периодическое, работа организована в одну смену. Цена изделия в базисном году – 802,4 руб. Составить годовой план продажи по месяцам и график ожидаемых поступлений денежных средств по месяцам.

**Задача 3.** Определите объем валовой, товарной и реализуемой продукции по следующим данным: стоимость готовых изделий для реализации на сторону – 59,5 тыс. руб.; стоимость оказанных услуг на сторону – 10,5 тыс. руб.; стоимость незавершенного производства: на начало года 15,9 тыс. руб., на конец года – 4,4 тыс. руб.; стоимость (остатки) готовой продукции на складе: на начало года – 13,0 тыс. руб., на конец года – 20,7 тыс. руб.

#### Задачи по теме 7 «Финансовый план, оценка эффективности инвестиций и рисков»

**Задача 1.** По приведенным в таблице данным отчетности предприятия рассчитать основные показатели рентабельности (рентабельность продаж, производства, собственного капитала, продукции, основных производственных фондов).

№	Наименование показателей	Значение показателя, тыс. руб.
1	Выручка от продажи товаров (работ, услуг)	1062231
2	Себестоимость проданных товаров (работ, услуг)	906690
3	Прочие доходы и расходы	
	– проценты к получению	12845
	– проценты к уплате	-
	– прочие операционные доходы	21 315
	– прочие операционные расходы	32927
4	Внереализационные доходы	3153
5	Внереализационные расходы	541
6	Штрафы, пени, неустойки, полученные по решению суда	2145
7	Основные средства	
	– на начало года	412095
	– на конец года	430225
8	Оборотные средства	790888
9	Собственный капитал	
	– на начало года	701500
	– на конец года	753253

**Задача 2.** Проект, требующий инвестиций в размере 10 000 евро, будет генерировать доходы в течение 5 лет в сумме 2 600 евро ежегодно. Оцените приемлемость принятия данного проекта по показателям NPV, PI, IRR, DPP если ставка дисконтирования равна 9%.

**Задача 3.**

Анализируются проекты (тыс. евро):

	IC	CF <sub>1</sub>	CF <sub>2</sub>
A	- 4000	2500	3000
B	- 2000	1200	1500

Ранжируйте проекты по критериям IRR, PP, NPV, если  $r = 10\%$ .

**Задача 4.** Проект, рассчитанный на 15 лет, требует инвестиций в размере 150 000 евро. В первые пять лет никаких поступлений не ожидается, однако в последующие 10 лет ежегодный доход составит 50 000 евро. Следует ли принять этот проект, если ставка дисконтирования 15%?

**Задача 5.** Проанализируйте два альтернативных проекта по показателям NPV и PP, если ставка дисконтирования 10%.

	IC	CF <sub>1</sub>	CF <sub>2</sub>	CF <sub>3</sub>
A	-100	50	70	-
B	-100	30	40	60

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

*Примерный перечень вопросов к экзамену:*

1. Методология и организация планирования бизнеса.
2. Система планов на предприятии.
3. Стратегический план бизнеса.

4. Текущие и оперативные планы.
5. Определение целей и задач предприятия, отражаемых в бизнес-плане.
6. Внешняя и внутренняя среда бизнеса.
7. Бизнес-план предприятия и его разделы. Основное содержание бизнес-плана.
8. Особенности составления и обоснования бизнес-плана различных видов предпринимательства.
9. Сводный раздел бизнес-плана. Резюме.
10. Сущность, основные черты планируемого товара, конкурентоспособность.
11. План производства продукции. Его обоснование и включение в бизнес-план предприятия.
12. Состав и структура основных производственных и оборотных фондов предприятия (бизнес-плана).
13. Расчет потребности в сырье и материалах.
14. Производственная программа предприятия и ее обоснование производственной мощностью.
15. Показатели эффективности использования ресурсов.
16. Обоснование и балансовая увязка разделов плана между собой.
17. Определение цены продукции. Порядок ее применения в планировании бизнеса.
18. Состав затрат, включаемых в себестоимость продукции и планирование себестоимости.
19. Рынок сбыта продукции. Сегментация и емкость рынка.
20. Учет фактора конкуренции на рынке при планировании бизнеса.
21. Стратегия и план маркетинга. Их применение в бизнес-плане.
22. Система целей бизнеса, структуризация целей.
23. Организационный план предприятия. Структура управления бизнесом. Трудовой контракт на предприятии.
24. Расчет численности: основной персонал, вспомогательный, ИТР, служащие.
25. Производительность и интенсивность труда, показатели измерения.
26. Фонд оплаты труда и отчисления на заработную плату.
27. Риск и страхование. Группы риска и их учет в бизнес-планировании.
28. Показатели риска. Определение возможной величины потерь и их учет при составлении планов.
29. Финансовый план бизнеса: сущность и содержание.
30. Финансовый анализ: расчет основных показателей.
31. Реализация продукции. Определение плана продаж.
32. Потоки денежных средств предприятия и их баланс.
33. Приток поступления денежных средств. Определение их величины, учет в бизнес-плане.
34. Отток денежных средств. Определение его величины, учет в бизнес-плане.
35. Определение величины валовой, чистой прибыли и ее учет в бизнес-плане.
36. Баланс активов и пассивов предприятия, его роль в бизнес-планировании.
37. Безубыточность. График достижения безубыточности.
38. Стратегия финансирования предприятия. Ее цели, сущность и содержание.
39. Инвестиции: понятие, виды, источники.
40. Показатели эффективности привлечения инвестиций.
41. Инвестиции, оценка их величины для реализации бизнес-плана.

42. Определение величины собственных и заемных средств, необходимых для реализации бизнес-плана.
43. Определение времени возврата предприятием заемных средств.
44. Порядок корректировки планов по годам в связи с изменением внешних и внутренних условий.
45. Техничко-экономические исследования при составлении и обосновании бизнес-плана предприятия.
46. Внутрипроизводственное планирование на предприятии, цели и задачи, связь с системой планирования бизнеса.
47. Планирование деятельности основных производственных подразделений, его особенности.
48. Планирование деятельности вспомогательных и обслуживающих подразделений, их особенности.
49. Планирование деятельности функциональных подразделений, его особенности.
50. Система внутрипроизводственных экономических отношений и их планирование.

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или	хорошо		71-85

	самостоятельности и инициативы	обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

### 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

#### Основная литература:

1. Захаренкова, И. А. Бизнес-планирование: учебное пособие / И. А. Захаренкова. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2020. — 72 с. — ISBN 978-5-9239-1163-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/146013>.
2. Бизнес-планирование: учебное пособие / составители Ю. В. Устинова, Н. Ю. Рубан. — Кемерово: КемГУ, 2020. — 73 с. — ISBN 978-5-8353-2614-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156122>.

#### Дополнительная литература:

1. Абрамс, Р. Бизнес-план на 100%: стратегия и тактика эффективного бизнеса [Электронный ресурс] = Successful Business Plan: Secrets & Strategies / Р. Абрамс. - Москва: Альпина Паблишер, 2016. - 486 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=279292>.
2. Гиротра, К. Оптимальная бизнес-модель: четыре инструмента управления рисками [Электронный ресурс] / К. Гиротра, С. Нетесин. - Москва: Альпина Паблишер, 2016. - 216 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=279755>.
3. Николаева, А. В. Бизнес-планирование: учебное пособие / А. В. Николаева. — Иркутск: ИрГУПС, 2019. — 112 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157931>.
4. Ньютон, Р. Управление проектами от А до Я [Электронный ресурс] / Р. Ньютон; под ред. М. Савина; пер. А. Кириченко; пер. с англ. - 7-е изд. - Москва: Альпина Паблишер, 2016. - 180 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=81655>.
5. Остервальдер, А. Построение бизнес-моделей: настольная книга стратега и новатора [Электронный ресурс] / А. Остервальдер, И. Пинье; под ред. М. Савина; пер. М. Кульнева. - 2-е изд. - Москва: Альпина Паблишер, 2016. - 288 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229875>.
6. Царев, В.В. Оценка стоимости бизнеса: теория и методология [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Царев, А.А. Кантарович. - Москва: Юнити-Дана, 2015. - 569 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114491>
7. Юхин, Г. П. Бизнес-планирование в выпускных квалификационных работах : учебное пособие / Г. П. Юхин. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-5177-7. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134339>.

### 10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания

- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms.kantiana.ru](http://www.lms.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов соответствующее ПО и антивирусное программное обеспечение.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Балтийский федеральный университет  
имени Иммануила Канта»  
**ОНК «Институт высоких технологий»**  
**Высшая школа нанотехнологий и инженерии**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Модуль физкультурно-оздоровительный»**

**Шифр: 16.03.01**

**Направление подготовки: Техническая физика**

**Профиль: Прикладная физика наукоемких производств**

**Квалификация (степень) выпускника: Физик. Инженер-физик**

Калининград  
2024

## Лист согласования

### Составители:

Семенов Д.А., к.п.н., доцент ОНК «Институт образования и гуманитарных наук»;

Томашевская О.Б., к.п.н., доцент ОНК «Институт образования и гуманитарных наук»

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от «7» марта 2024г.

Председатель Ученого совета ОНК  
«Институт высоких технологий»  
Руководитель ОНК «Институт высоких  
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель образовательных программ

Кулик А. Д.

## Содержание

1. Наименование дисциплины «Модуль физкультурно-оздоровительный».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
  - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
  - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
  - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
  - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

## 1. Наименование дисциплины: «Модуль физкультурно-оздоровительный».

Цель дисциплины: формирование универсальной компетенций студентов различных направлений подготовки бакалавриата, специалитета, базового высшего образования, позволяющие разрабатывать и реализовывать физкультурно-оздоровительные и досуговые фитнес-услуги различным группам населения.

Программа обеспечивает формирование универсальных компетенций в соответствии с трудовыми функциями профессионального стандарта «Специалист по фитнесу (фитнес-тренер)» и приобретение нового вида профессиональной деятельности в сфере организации и оказания фитнес-услуг населению.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен к формированию собственного жизненно-образовательного маршрута на основе критического мышления, целеполагания, стратегии достижения цели (в том числе в проектном типе деятельности) в условиях создания безопасной среды, с учетом традиционных российских духовно-нравственных ценностей и целей национального развития, в процессе социального взаимодействия	УК-1.13 Демонстрирует необходимый уровень физических кондиций для самореализации в профессиональной деятельности УК-1.14 Применяет средства и методы укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования	<b>Знать:</b> - способы самоанализа и самооценки собственных сил и возможностей; - стратегии личного развития; - методы эффективного планирования времени; - эффективные способы самообучения и критерии оценки успешности личности. <b>Уметь:</b> - определять задачи саморазвития и профессионального роста, распределять их на долго- средне- и краткосрочные с обоснованием их актуальности и определением необходимых ресурсов; - планировать свою жизнедеятельность на период обучения в образовательной организации; - анализировать и оценивать собственные силы и возможности; выбирать конструктивные стратегии личного развития на основе принципов образования и самообразования. <b>Владеть:</b> - приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности; - приемами оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; - инструментами и методами управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей.

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Модуль физкультурно-оздоровительный» представляет собой дисциплину по выбору части блока дисциплин подготовки студентов, формируемой участниками образовательных отношений.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий.

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Теоретико-методические основы физкультурно-оздоровительных занятий	Формирование профессиональных компетенций в области основ реализации фитнес-услуг. Современные вопросы развития фитнеса в России. Теоретические основы необходимые для осуществления физкультурно-оздоровительной деятельности исходя из поставленной цели, действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.
2	Медико-биологические основы физкультурно-оздоровительных занятий	Создание целостного представления об организме человека, изучить биологические закономерности его строения, функционирования и развития, обеспечивающих проведения занятия с учетом возрастно-половых особенностей контингента.

		Структурно-функциональную организацию организма человека. Возрастные особенности строения и физиологические особенности организма человека. Проведение физиолого-биохимической оценки состояния организма и его соответствия возрастным и гендерным нормам.
3	Основы оздоровительной тренировки	Содержание и требования к организации и проведению оздоровительной тренировки. Реализация принципов оздоровительной тренировки. Регулирование нагрузки. Особенности воздействия физических упражнений. Обеспечение оздоровительного эффекта оздоровительной тренировки.
4	Виды фитнеса по направлениям	Создать целостное представление об изучаемых основных современных направлениях фитнеса, рассмотреть вопросы организации и методик проведения занятий по направлениям фитнеса. Основные разновидности танцевальных фитнес программ в зале и вводной среде; фитнес терминологию; наименования инвентаря в фитнес клубе и способы его использования; основные требования безопасности и профилактики травматизма при проведении занятий различной направленности с занимающимися в зале и в водной среде; показания и противопоказания к выполнению отдельных комплексов упражнений, танцевальных движений.

## **Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:**

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа:

Тема 1.1 Вводная лекция.

Введение в дисциплину. Основные термины и понятия фитнеса.

Тема 1.2. Развитие фитнеса в России и мире.

Характеристика фитнес- индустрии, исторические аспекты становления и развития фитнеса. Этапы развития фитнеса в России, основные тренды. Реализация физкультурно-оздоровительных технологий в работе с населением.

Тема 1.3. Нормативно-правовая база работы специалиста по фитнесу.

Юридические аспекты реализации фитнес – услуг в образовательных организациях, в организациях в сфере отдыха и развлечений, а также самозанятыми с привлечением третьих лиц.

Тема 1.4 Культура здоровья и ее взаимосвязь со здоровым образом жизни в реализации ФОТ.

Понятие и компоненты индивидуального здоровья: физического, психического, духовного и социального. Человек, как целостная система. Основные положения и принципы системного подхода в оздоровлении. Основные пути формирования и сохранения здоровья. Понятие и основные компоненты здорового образа жизни. Возраст и здоровье. Понятие индивидуального здоровья. Здоровый образ жизни как целостная система деятельности. Основы физического здоровья.

Тема 2.1. Физиологические основы занятий физической культурой и спортом.

Регуляция состояния организма при физической нагрузке, предстартовые состояния, вработывание и устойчивое состояния. Основные принципы организации движений. Общие принципы формирования движений. Рефлекторное кольцевое регулирование и программное управление движениями. Влияние физической нагрузки на работу органов и их систем.

Тема 2.2. Характеристика возрастных особенностей, занимающихся физкультурно-оздоровительными программами.

Онтогенез развития различных групп населения значимых для занятий видами фитнеса. Особенности использования физических упражнений.

Тема 3.1. Цели, задачи, принципы оздоровительной тренировки.

Оздоровительная тренировка. Содержание и требования к организации и проведению оздоровительной тренировки. Реализация принципов оздоровительной тренировки. Регулирование нагрузки. Особенности воздействия физических упражнений. Обеспечение оздоровительного эффекта оздоровительной тренировки.

Тема 3.2. Методика построения тренировочных программ.

Характеристика основных тренировочных программ аэробные программы, силовые программы, программы смешанного формата, программы «Body&Mind» (разумное тело), танцевальные программы, программы силовой направленности. Основы построения оздоровительных программ.

Тема 3.3. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся.

Понятие «физическое развитие». Использование метода антропометрических измерений и метода соматоскопии для оценки уровня физического развития человека. Методики оценки уровня развития основных физических качеств (видов силовых способностей, быстроты, выносливости, гибкости, координационных способностей). Оценка состояния сердечно-сосудистой системы в процессе физкультурно-оздоровительной деятельности (динамика ЧСС, АД, УО, МОК).

Тема 4.1. Тренировочные программы танцевальной направленности.

Особенности танцевального фитнеса, его развитие и перспективы. История возникновения танцевального фитнеса. Цели и задачи занятий по танцевальному фитнесу. Основные направления танцевального фитнеса, классификация движений. Аэробный режим работы при занятиях танцевальным фитнесом. Создание безопасного пространства на занятиях. Различные подходы к занятию танцевальным фитнесом с различными группами населения. Варьирование нагрузки и видоизменение движений в зависимости от уровня подготовленности занимающихся, их состояния здоровья, возраста. Мотивирование занимающихся к регулярным занятиям.

Тема 4.2. Тренировочные программы в условиях водной среды.

Характеристика оздоровительного плавания, Влияние занятий плаванием на организм занимающихся. Основы обучения плаванию, характеристика основных групп средств, методов обучения. Методическая последовательность освоение элементов техники. Методика обучения техники плавания кроль на груди, кроль на спине.

Тема 4.3. Тренировочные программы силовой направленности.

Теоретико-методические основы силового тренинга с использованием отягощений и без него. Общие закономерности построения программы по силовой тренировке. Специфика влияния силовых упражнений на организм занимающихся. Классификация, основные и функциональные особенности тренажеров. Принципы и методы силового тренинга. Техника безопасности. Основы страховки и обучение само страховки. Подбор и специфика упражнений. Разработка программы занятий в тренажерном зале. Разминка и техники дыхания при занятиях силовыми видами фитнеса.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1. Культура здоровья и ее взаимосвязь со здоровым образом жизни в реализации ФОТ.

Вопросы для обсуждения: Основы профилактики вредных привычек. Соблюдение основных правил питания в период занятий. Двигательная активность как биологическая основа движений. Профилактика интернет-зависимости.

Тема 2. Физиологические основы занятий физической культурой и спортом.

Вопросы для обсуждения: Оценка состояния организма методами соматометрии, соматоскопии и физиометрии. Физиологические механизмы и закономерности формирования двигательных качеств и навыков. Теория Н.А. Бернштейна. Выработка двигательных навыков. Уровни организации движений. Координация движений.

Тема 3. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся.

Вопросы для обсуждения: Исследование показателей: Функциональные пробы в исследовании сердечно-сосудистой системы.

#### Тема 4. Тренировочные программы танцевальной направленности.

Практические занятия в фитнес – зале: практика проведения занятий по классической аэробике. Разучивание элементов классической аэробики для применения в виде самостоятельного занятия, либо его подготовительной части. Также элементы стрейтчинга и дыхательной гимнастики, стоя или в партере. Практика проведения занятий по танцевальному фитнесу. Разучивание 1 базового ритма танцевального фитнеса. Практика составления плана проведения занятия по танцевальному фитнесу.

#### Тема 5. Тренировочные программы в условиях водной среды.

Практические занятия в плавательном бассейне: методика формирования плавательного навыка. Техника способов плавания кроль на груди, кроль на спине. Выполнение общеразвивающих упражнений в воде. Базовые упражнения аквааэробики. Оздоровительное плавание.

#### Тема 6. Тренировочные программы силовой направленности.

Практические занятия в зале атлетической гимнастики: практика силового тренинга со свободным весом. Техника базовых упражнений на основные мышечные группы без отягощений (2 часа). Практика силового тренинга тренажерными устройствами. Техника выполнения упражнений на тренажерных устройствах, дозировка, темп, интенсивность.

### **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

#### Требования к самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов организуется с целью формирования компетенции УК-1. Самостоятельная работа осуществляется в виде: изучения литературы; эмпирических данных по публикациям и из практики работы педагога; работы с лекционным материалом; самостоятельного изучения отдельных тем дисциплины; поиска и обзора литературы и электронных источников; чтения и изучения учебника и учебных пособий; подготовки эссе; составления структурно-логических схем; подготовки групповых или индивидуальных проектов и мультимедийных презентаций к ним.

#### Рекомендуемая тематика *самостоятельной* работы:

##### Тема 1.1 Вводная лекция.

Вопросы для изучения: Закрепление терминологии фитнеса. Составление глоссария терминов и понятий оздоровительной физической культуры и фитнеса.

##### Тема 1.2 Развитие фитнеса в России и мире.

Вопросы для изучения: Изучение основных тенденций в развитии фитнеса в Российской Федерации.

##### Тема 1.3 Нормативно-правовая база работы специалиста по фитнесу.

Вопросы для изучения: Закрепление основных нормативно –правовых аспектов профессиональной деятельности специалиста по фитнесу.

Тема 1.4 Культура здоровья и ее взаимосвязь со здоровым образом жизни в реализации ФОТ.

Вопросы для изучения: Составление плана и режима питания в системе оздоровления.

Тема 2.1. Физиологические основы занятий физической культурой и спортом.  
Вопросы для изучения: Изучение кинезиологического тестирования.

Тема 2.2. Характеристика возрастных особенностей, занимающихся физкультурно-оздоровительными программами.

Вопросы для изучения: Онтогенез развития избранной группы населения и определение подходящих видов фитнеса

Тема 3.1. Цели, задачи, принципы оздоровительной тренировки.

Вопросы для изучения: Закрепление требований к организации оздоровительной тренировки.

Тема 3.2. Методика построения тренировочных программ.

Вопросы для изучения: Классификация основных видов оздоровительной тренировки и способы их построения.

Тема 3.3. Оценка состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся.

Вопросы для изучения: Исследование показателей физического развития, физического состояния и физической подготовленности на группе занимающихся.

Тема 4.1. Тренировочные программы танцевальной направленности.

Вопросы для изучения: Закрепление элементов классической аэробики, стрейтчинга, дыхательной гимнастики, танцевального фитнеса.

Тема 4.2. Тренировочные программы в условиях водной среды.

Вопросы для изучения: При наличии возможности – закрепление плавательного навыка, базовых упражнений аэробики, техники спортивных способов плавания. Или закрепление методики обучения плавательному навыку, базовым упражнениям аквааэробики, технике спортивных способов плавания.

Тема 4.3. Тренировочные программы силовой направленности.

Вопросы для изучения: Закрепление техники базовых упражнений на основные мышечные группы без отягощений. Или если есть возможность – технику упражнений на основных видах тренажерных устройств. Составление программы занятия по силовому фитнесу, для занимающегося с конкретным запросом.

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
1. Теоретико-методические основы физкультурно-оздоровительных занятий	УК-1.13 УК-1.14	Текущий контроль не предусмотрен. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета, выполнение практического задания и тестирования по данной дисциплине, при условии набора 65% из 100 баллов.
2. Медико-биологические основы физкультурно-оздоровительных занятий.	УК-1.13 УК-1.14	Текущий контроль не предусмотрен. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета, прохождения тестирования по данной дисциплине, зачтено выставляется при условии набора 65% из 100 баллов.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
3. Основы оздоровительной тренировки	УК-1.13 УК-1.14	Текущий контроль не предусмотрен. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета, прохождения тестирования по данной дисциплине, зачтено выставляется при условии набора 65% из 100 баллов
4. Виды фитнеса по направлениям	УК-1.13 УК-1.14	Текущий контроль не предусмотрен. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде составления комплекса упражнений на базе танцевального фитнеса, силового фитнеса или плавания (акваэробики), в зависимости от условий педагогического кейса. В кейсе указаны данные о возрасте, поле, жалобах предполагаемого клиента, также указаны функциональные показатели и антропометрические характеристики.

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности процессе текущего контроля

Оценочные материалы к разделу *«Теоретико-методические основы физкультурно-оздоровительных занятий»*:

Педагогический кейс. Обучающийся предоставляет доклад с презентацией по одной из выбранных тем.

Темы докладов:

1. Вопросы питания различных групп населения при занятиях видами двигательной активности с оздоровительной направленностью.
2. Профилактика компьютерной зависимости у подростков, юношей, девушек.
3. Режим дня и занятия физическими упражнениями.
4. Двигательная активность различных групп населения в укреплении здоровья.

Примеры тестовых заданий:

1. Выделите компоненты здорового образа жизни это:
  - а. правильное питание и режим дня
  - б. физические нагрузки и отказ от вредных привычек
  - в. походы в ночной клуб
  - г. прием энергетических коктейлей
2. К какому компоненту здоровья относится выражение «я должен»?
  - а. психическое
  - б. физическое
  - в. нравственное
  - г. сексуальное
3. Что относится к субстанциональным зависимостям...?
  - а. Наркомания
  - б. Токсикомания
  - в. Игромания
  - г. компьютерная зависимость
4. Почему двигательная активность является обязательной составляющей ЗОЖ?
  - а. движение стимулирует процессы роста и развития организма
  - б. максимальная физическая тренировка повышает умственную работоспособность
  - в. недостаток физической активности влечет за собой появление различных заболеваний
  - г. физическая нагрузка отрицательно влияет на организм занимающихся

Оценочные материалы к разделу *«Медико-биологические основы физкультурно-оздоровительных занятий»*:

Примеры тестовых заданий:

1. Период развития, характеризующийся наибольшей чувствительностью организма к воздействию среды:
  - а. сенситивный;
  - б. критический;
  - в. онтогенетический;
  - г. филогенетический.
2. Возраст ... можно считать оптимальным для формирования произвольных движений:
  - а. 4-5 лет;
  - б. 7- 10 лет;
  - в. 9-10 лет;
  - г. 14-15 лет

3. Сила мышц зависит:

- а. от сократительной способности всех составляющих ее мышечных волокон
- б. от расположения данной мышцы
- в. от вида прикрепления к суставу
- г. от длины мышечных волокон

4. Работоспособность это:

- а. комплекс ощущений, сопровождающий утомления
- б. состояние покоя и расслабленности
- в. возможность выполнять целенаправленную мотивированную деятельность
- г. ощущение внутреннего комфорта или дискомфорта

Оценочные материалы к разделу «*Основы оздоровительной тренировки*»:

Примеры тестовых заданий:

1. Оздоровительная тренировка это-

- а. процесс восстановления и повышения работоспособности
- б. организованный процесс, направленный на оптимальный рост спортивных достижений
- в. процесс использования средств физического воспитания с целью повышения переносимости (толерантности) физической нагрузки и повышения двигательной активности

2. Цель оздоровительной тренировки-...?

- а. достижение максимальных двигательных результатов
- б. повышение или поддержание уровня физической дееспособности и здоровья
- в. совершенствование физической работоспособности

3. Специфический эффект оздоровительной тренировки заключается

- а. в стимуляции функциональной деятельности всех основных систем организма, адаптации к физическим нагрузкам
- б. в профилактике заболеваний
- в. в повышении функциональных возможностей организма, в результате экономизмами работы сердца в покое, стабилизации и расширении резервных возможностей аппарата кровообращения при мышечной деятельности.

4. Кто является автором программы степ-аэробики?

- а. Джейн Фонда
- б. Кеннет Купер
- в. Джин Миллер

5. Какова высота платформы, рекомендуемой для занятий степ-аэробикой с детьми 10–13 лет?

- а. 10 см
- б. 15 см
- в. 25 см

6. Что означает понятие «стрейтчинг»?

- а. Комплексный вид занятия, сочетающий аэробную и силовую нагрузку
- б. Система упражнений для растягивания мышц, связок, сухожилий, повышения подвижности в суставах
- в. Методика оздоровительных тренировок, основанная на неразрывной связи тела и сознания.

Оценочные материалы к разделу «*Виды фитнеса по направлениям*»:

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде составления комплекса упражнений на базе танцевального фитнеса, силового фитнеса или плавания (аквааэробики), в

зависимости от условий педагогического кейса. В кейсе указаны данные о возрасте, поле, жалобах предполагаемого клиента, также указаны функциональные показатели и антропометрические характеристики.

«Зачтено»	«Не зачтено»
Упражнения подобраны адекватно условиям кейса. Верная последовательность.	Упражнения не решают поставленных задач.

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Итоговая аттестация по дисциплине проводится в виде составления и защиты индивидуальной оздоровительной программы по избранному виду фитнеса.  
Составление программы занятий:

#### Структура и содержание программы физкультурно-оздоровительных занятий Программа оздоровительной тренировки (пол, возраст, группа) по..... (направлению фитнеса)

Название программы \_\_\_\_\_

Возраст _____	Профессии _____	Направление подготовки _____	
Ф.И.О. _____			
Место занятий _____	Период _____ Кол-во раз в неделю _____	Общее количество занятий _____	
Цель:			
Задачи:			
Характеристика состояния обучающегося (противопоказания)			
Показатели физической и функциональной подготовленности			
Специфика будущей профессиональной деятельности			
Средства		Соблюдения правил безопасности	
Периоды	Содержание (пример одного занятия)	продолжительность	ЧСС
Базовый			
Тренирующий			

Поддерживающий			
Оценка эффективности освоения программы			
Список литературы			

Критерии оценки:

отлично	Слушатель правильно выполнил индивидуальное комплексное задание. Показал отличное владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите разработанной оздоровительной программы.
хорошо	Слушатель выполнил индивидуальное комплексное задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите разработанной оздоровительной программы.
удовлетворительно	Слушатель выполнил индивидуальное комплексное задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей при защите разработанной оздоровительной программы.
неудовлетворительно	При выполнении индивидуального комплексного задания слушатель продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей на защите разработанной оздоровительной программы.

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера	отлично	зачтено	86-100

		на основе изученных методов, приемов, технологий			
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

### Основная литература

1. Власова, Т. Н. Терминология физических упражнений. Правила составления комплексов: учебно-методическое пособие / Т. Н. Власова, Т. Н. Козлова, А. Л. Бондарь. - Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2019. - 16 с. - ISBN 978-5-4479-0216-2. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087909> (дата обращения: 09.11.2023).
2. Казантинова, Г. М. Оздоровительные комплексы физических упражнений при заболеваниях и травмах нервной системы: учебное пособие / Г. М. Казантинова, Т. А. Чарова. - Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2019. - 76 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087871> (дата обращения: 09.11.2023).
3. Методические основы фитнес-аэробики: учебно-методическое пособие / М. З. Федосеева, С. А. Лебедева, Т. А. Иващенко, Д. Н. Давиденко. - Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. - 56 с. - ISBN 978-5-8158-2023-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1894189> (дата обращения: 09.11.2023).
4. Мякотных, В. В. Теория и методика оздоровительной тренировки: учебное пособие / В. В. Мякотных. - Москва: ФЛИНТА, 2021. - 85 с. - ISBN 978-5-9765-4773-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1852354> (дата обращения: 09.11.2023).

5. Фитнес-аэробика: учебно-методическое пособие для студентов высших учебных заведений / Е. В. Серженко, С. В. Плетцер, Т. А. Андреевко, Е. Г. Ткачева. - Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2015. - 76 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/615114> (дата обращения: 09.11.2023).

#### **Дополнительная литература**

1. Боярская, Л. А. Методика и организация физкультурно-оздоровительной работы: учебное пособие / Л. А. Боярская; науч. ред. В. Н. Люберцев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. - Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2017. - 120 с. - ISBN 978-5-7996-2157-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1937982> (дата обращения: 09.11.2023). – Режим доступа: по подписке.

2. Булгакова, О. В. Фитнес-тренинг формирования готовности студентов вуза к выполнению комплекса ГТО: монография / О. В. Булгакова, В. С. Близневская, В. В. Пономарев. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2018. - 140 с. - ISBN 978-5-7638-4056-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1818750> (дата обращения: 09.11.2023). – Режим доступа: по подписке.

### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантиана (<https://elib.kantiana.ru/>)

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms.kantiana.ru](http://www.lms.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет, установленное на рабочих местах студентов соответствующее ПО и антивирусное программное обеспечение
- установленное на рабочих местах студентов соответствующее ПО и антивирусное программное обеспечение.

### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным

лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория	лекции	компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска
Плавательный бассейн	практическое	Спортивный инвентарь: плавательные доски, нудлы, пояса, утяжелители
Фитнес -зал	практическое	Степ-платформы, грифы, мячи, фитболы, музыкальный комплекс.
Тренажерный зал	практическое	Тренажеры, гантели и др.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»  
**ОНК «Институт высоких технологий»**  
**Высшая школа нанотехнологий и инженерии**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Модуль личностно-ориентированного совершенствования»**

**Шифр: 16.03.01**

**Направление подготовки: Техническая физика**

**Профиль: Прикладная физика наукоемких производств**

**Квалификация (степень) выпускника: Физик. Инженер-физик**

Калининград  
2024

## Лист согласования

**Составитель:** Луговой С.В., кандидат философских наук, доцент ОНК «Институт образования и гуманитарных наук».

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от «7» марта 2024г.

Председатель Ученого совета ОНК  
«Институт высоких технологий»  
Руководитель ОНК «Институт высоких  
технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель образовательных программ

Кулик А. Д.

## Содержание

1. Наименование дисциплины «Модуль личностно-ориентированного совершенствования».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
  - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
  - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
  - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
  - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

## 1. Наименование дисциплины: «Модуль личностно-ориентированного совершенствования»

**Целью освоения дисциплины** является развитие навыков самостоятельного анализа различных видов информации, использования гуманитарных знаний и психологических технологий для личностного и профессионального роста. Формирование у студентов представлений о критическом мышлении, ценностях и морали, об эффективном личностном самосовершенствовании, междисциплинарной картине развития представлений о личности в человеческой культуре и цивилизации.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК – индикатор достижения компетенции)	Результаты обучения по дисциплине
УК-1. Способен к формированию собственного жизненно-образовательного маршрута на основе критического мышления, целеполагания, стратегии достижения цели (в том числе в проектом типе деятельности) в условиях создания безопасной среды, с учетом традиционных российских духовно-нравственных ценностей и целей национального развития, в процессе социального взаимодействия	УК-1.1 Применяет знание о своих ресурсах и их пределах (личностных, ситуативных, временных и т.д.), для успешного выполнения порученной работы. УК-1.2 Понимает важность планирования перспективных целей деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности. УК-1.3 Критически оценивает эффективность использования времени и других ресурсов при решении поставленных задач, а также относительно полученного результата.	<b>Знать:</b> научно-психологические основы выбора, процессуально-структурные компоненты психологического феномена «выбор», основные направления современной этики, базовые элементы и приемы, применяемые в подготовленной публичной речи. <b>Уметь:</b> составлять перспективный план жизни, с учетом возможных препятствий, решать конфликтные ситуации, опираясь на знания о стратегиях поведения, аргументированно излагать свои моральные убеждения и составлять хорошее самостоятельное публичное выступление. <b>Владеть:</b> приемами самооценки, эффективного общения и слушания, позитивного общения, конгруэнтного поведения, анализа собственных нравственных ценностей и поступков, подготовки, корректировки выступления.

### 3. Место дисциплины в структуре ООП

Место дисциплины «Модуль личностно-ориентированного совершенствования» представляет собой дисциплину по выбору части блока дисциплин подготовки студентов, формируемой участниками образовательных отношений.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1.	Тема 1. Мысль и слово: основы риторической культуры	Курс сформирует навыки яркого, ясного и последовательного, красивого выражения собственного мнения. Владение риторической культурой и основами ораторской практики позволит не только самостоятельно подготавливать успешные выступления, защищать этические и эстетические ценности, весомо выражать позицию по вопросам практического характера, но и оценивать чужую речь. В курсе даются инструменты для разбора и оценки публичных выступлений, звучащих в современном информационном пространстве. Актуальная риторическая практика раскрывает возможности быть профессиональным, точным и естественным, выступая с речами и общаясь со знакомыми и незнакомыми людьми. Девиз курса: Из хорошей мысли должно следовать совершенное слово! Тематика курса: Значение этических и эстетических ценностей для риторики. Две риторические стратегии в культуре:

№	Наименование раздела	Содержание раздела
		критико-рационалистическая и антропологически-релятивистская. О воплощении ораторского замысла. Изобретение: что сказать. Расположение мыслей в речи: где сказать. Построение речи, структура выступления. Выбор уместных и эффективных аргументов: аргумент в действии. Полемическое красноречие (эристика): о теории и практике спора. Этические основы ведения спора. Дебаты по актуальным проблемам современности, отработка навыков ведения спора.
2.	Тема 2. Моральная культура личности в современном мире	Дискуссионный характер современной этики, связь с публичными сферами общества, потребность в профессиональных знаниях, ориентация на открытость, плюрализм различных точек зрения. Современные направления этики: деонтология, утилитаризм, этика добродетелей. Трактровка морального выбора и моральной ответственности в них. Понятие моральной культуры личности. Проблемы прикладной этики. Экологическая этика («нравственно-понимающее» отношение к природе, новое экологическое мышление, инвайронментализм). Биомедицинская этика (принципы биоэтики, типы взаимоотношений врача и пациента, этика биомедицинских исследований).
3.	Тема 3. Психология выбора и взаимоотношений	Выбор: от чего он зависит и как его делают. Психология выбора. Пол, гендер, сексуальность и сексуальная культура. Мужчины и женщины: личностные различия, индивидуальные характеристики и социализация. Проблема формирования гендерных ролей и стереотипов. Психологическая динамика отношений Основные понятия и проблемы психологии семьи и семейной психотерапии. Проблемные зоны в психологии семьи и системный подход к её диагностике. Принципы и методы семейной психотерапии. Социально-психологические компоненты сексуального поведения. Формирование сексуальности и сексуального поведения. Клиническая психология сексуальных расстройств у мужчин. Клиническая психология сексуальных расстройств у женщин. Сексуальные дисгармонии супружеской пары. Сексуальные расстройства связанные с нарушениями психики. Профилактика сексуальных нарушений.
4.	Тема 4. Тренинг личностного роста и профессионального успеха	Тренировка самопрезентации. Формирование и развитие «Я-образа». Тренировка памяти, внимания и навыков саморегуляции. Тренировка навыков общения. Средства создания атмосферы безопасности и доверия. Основные аспекты эффективной беседы. Виды слушания и принципы их применение. Поведение в конфликте. Конструктивное разрешение конфликтов. Медиация. Особенности общения с агрессивным клиентом. Психология здоровья и телесности. Апатия, депрессия и тревога – как они появляются и как с ними справляться. Средства саморегуляции эмоциональных состояний. Обратная связь в общении (критика, одобрение). Определение понятия «психосоматика», место психосоматических расстройств в современных классификациях. Основные концепции

№	Наименование раздела	Содержание раздела
		происхождения психосоматических расстройств. Образ тела и нарушения пищевого поведения.

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы  
 Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного типа*:

### *Тема 1. Мысль и слово: основы риторической культуры*

Отработка техники речи  
 Логическая аргументация в речах  
 Украшение речи, придание стиля речи  
 Риторика диалога, спор, дебаты

### *Тема 2. Моральная культура личности в современном мире*

Современные биомедицинские технологии.  
 Моральные аспекты использования атомной энергии.  
 Дискуссии о наказании в современной этике и юриспруденции.

### *Тема 3. Психология выбора и взаимоотношений*

Клиническая психология сексуальных расстройств у мужчин.  
 Клиническая психология сексуальных расстройств у женщин.  
 Сексуальные дисгармонии супружеской пары.  
 Сексуальные расстройства связанные с нарушениями психики.

### *Тема 4. Тренинг личностного роста и профессионального успеха*

Тенденции и направления исследований в современной психологии.  
 Роль психологических знаний в жизни человека в постоянно меняющемся мире.  
 Возможности личностного становления и самореализации в современном обществе.  
 Психологические аспекты оптимального построения профессиональной карьеры.  
 Социальная компетентность как психологический феномен.

Рекомендуемая тематика *практических занятий*:

### *Тема 1. Мысль и слово: основы риторической культуры*

Отработка техники речи  
 Логическая аргументация в речах  
 Украшение речи, придание стиля речи  
 Риторика диалога, спор, дебаты

### *Тема 2. Моральная культура личности в современном мире*

Современные биомедицинские технологии.  
 Моральные аспекты использования атомной энергии.  
 Дискуссии о наказании в современной этике и юриспруденции.

### *Тема 3. Психология выбора и взаимоотношений*

Клиническая психология сексуальных расстройств у мужчин.  
 Клиническая психология сексуальных расстройств у женщин.  
 Сексуальные дисгармонии супружеской пары.

Сексуальные расстройства связанные с нарушениями психики.

Тема 4. Тренинг личностного роста и профессионального успеха

Тенденции и направления исследований в современной психологии.

Роль психологических знаний в жизни человека в постоянно меняющемся мире.

Возможности личностного становления и самореализации в современном обществе.

Психологические аспекты оптимального построения профессиональной карьеры.

Социальная компетентность как психологический феномен.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Практические и семинарские занятия.

На практических занятиях с учетом темы занятия выполняется презентация выполненных заданий в рамках групповых предпринимательских проектов, консультации преподавателя по совершенствованию содержания, а также проверка правильности выполненных заданий.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий, а также выполнение заданий по темам в рамках индивидуальных и групповых проектов.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Мысль и слово: основы риторической культуры	УК-1	Устный опрос, тест, онлайн курс
Тема 2. Моральная культура личности в современном мире	УК-1	Устный опрос, тест
Тема 3. Психология выбора и взаимоотношений	УК-1	Устный опрос, тест
Тема 4. Тренинг личностного роста и профессионального успеха	УК-1	Устный опрос, тест

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

#### Тестовые задания

Целью тестирования является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы; проведение тестирования позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.

№	Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы
1.	Что такое хрия?	Окончание речи	3
		Риторический аргумент	
		Краткое риторическое сочинение, имеющее определенную структуру	
		Выразительное чтение ораторского отрывка	
2.	Какое этимологическое значение имел термин «риторика» в древнегреческом языке?	Искусство спора	2
		Теория красноречия	
		Изучение языка	
		Убедительное слово	
3.	Какое из приведенных определений риторики является наиболее точным?	Это теория, систематизирующая способы убеждения и виды их выражения в речи	1
		Это теория общения	

		Это способность склонить адресата к желаемому действию		
		Это филологическая дисциплина, изучающая стили речи		
4.	Убеждение в рамках риторики можно определить как:	Мысль, которая представляется субъекту истинной, в которую он верит и которая может служить основанием для его действий		1
		Процесс навязывания собственного мнения некоторому адресату		
		Правильное умозаключение о предмете речи		
		Завершающий этап всякого ораторского воздействия		
5.	Какая из перечисленных характеристик наиболее точно отражает содержание понятия «способ убеждения»?	Это позиция оратора по отношению к публике, которую можно оценить как уместную		4
		Это адекватный тип речевой реакции в случае несогласия с предлагаемой позицией		
		Это прием эмоционального воздействия на адресата аргументации		
		Это прием, который позволяет делать некоторые мысли приемлемыми для самого себя или другого человека		
6.	Следует ли повторять главный тезис на протяжении выступления?	нет, повторы в речи придают ей тавтологический характер		2
		да, следует напоминать слушателям		
7.	В каком смысле можно согласиться с утверждением Цицерона: «Поэтами рождаются, ораторами становятся»?	Оратором беспрепятственно может стать каждый		4
		Ораторская стезя – престижное занятие, сулящее большие выгоды, престижная и потому - труднодостижимая, требующая покровительства		
		Оратор – это профессия		
		Ораторское искусство требует большого труда, выучки, практики		
8.	Кто из представленных мыслителей является основоположником науки риторики?	Тисий		3
		Цицерон		
		Аристотель		
		Демосфен		
9.	Чем определяется уместность обращения?	Главным тезисом		4
		Эмоциональностью оратора		
		Расположением публики		
		Целью речи		
10.	Главный тезис речи – это	Главная мысль риторического произведения		2
		Суждение, некоторое утверждение о предмете речи, доказательство которого ведет к достижению цели речи		
		Состояние умов, которого хочет добиться оратор		
		Цель выступления		

11.	Ценность человеческой жизни в традиционной христианской нравственности определяется	социальным положением		4
		психической и физической полноценностью		
		финансовой состоятельностью		
		уникальностью и неповторимостью личности		
12.	Что означает понятие «мораль» в этике Канта?	этикетные нормы.		3
		правила поведения в общественных местах.		
		свод всеобщих правил, принципов и норм поведения		
		понятие, равнозначное понятию «Этика».		
13.	Категорический императив есть	ответная реакция		2
		безусловное требование		
		осознание вины и допущение наказания за нее		
		покорность судьбе		
14.	«Должное» морали - это	идеальная сторона морали		1
		вся совокупность мотивов и поступков человечества		
		конкретное состояние нравственности в обществе		
15.	«Сущее» морали - это	идеальная сторона морали		3
		вся совокупность мотивов и поступков человечества		
		конкретное состояние нравственности в обществе		
16.	Мораль поддерживается в обществе	путем экономических стимулов		2,3
		голосом совести		
		общественными институтами		
		принуждением со стороны государства		
17.	Определяющим регулятором решения сложных этических проблем в профессиональной деятельности является	международное право		1,2,4
		принципы профессиональной этики		
		экономических интересов		
		благополучия индивидуальной карьеры		
18.	Генетический скрининг и позитивная евгеника — это	благо для человека		4
		зло для человека		
		допустимо в практике		
		недопустимо, так как может привести к моральным конфликтам и нарушению прав личности		
19.	Генетический скрининг и негативная евгеника	благо для человека, так как может избавить индивидуума и общество от генетических болезней		1,4
		зло для человека, так как допускает возможность манипуляции личностными качествами человека		
		запрещены из-за позиции церкви		
		разрешены и используются в практике ряда стран мира		

20.	Использование перинатальной диагностики в евгенических целях в биомедицинской этике	признается осуждается является нейтрально, полагаясь на собственное мнение человека	2
21.	Количество вариантов, считающееся оптимальным при свободном выборе.	2 3 4 5	4
22.	С выбором всегда связаны ...	Удача и драйв Планирование и тревога Свобода и общение Расчет и ответственность	2
23.	При выборе всегда присутствуют ...	Рассмотрение альтернатив и проектирование последствий Элементы игры и расчета Учет возможностей и свобод Желания и потребности	1
24.	Адекватному выбору мешают ...	Стереотипы выбирающего Страхи окружающих Реальные или воображаемые ограничения свободы и миссии Все перечисленное	4
25.	Снижения верности выбора способствуют выражения ...	«Делай правильно» «Ты опять ошибся» «Как тебе не стыдно» Все перечисленное	4
26.	«Суперкачествами» считаются	Плановость, целеустремленность и настойчивость Коммуникабельность, свобода и активность Творческое мышление, воображение и нестандартность Ничего из перечисленного	1
27.	Большинство отличий в поведении и мышлении людей связаны с ...	Наследственностью Национальностью Воспитанием Все верно	1
28.	Индивидуальные особенности человека это ...	Препятствие к общению Потенциал для совместной активности Цель жизни Предмет гордости	2
29.	Психофизиологическая реакция психики, выражающаяся в неадекватном преувеличении значения одного человека, по сравнению с другими	Невроз Любовь Влюбленность Зависть	43
30.	С возрастом у любого человека ...	Снижается уровень любви Изменяется структура любви Повышается потребность в общении Стабилизируется потребность в одиночестве	2

31.	Общение, направленное на извлечение выгоды от собеседника с использованием разных приемов (лесть, запугивание, «пускание пыли в глаза», обман, демонстрация доброты) – это ... общение.	<table border="1"> <tr><td>Деловое</td></tr> <tr><td>Манипулятивное</td></tr> <tr><td>Светское</td></tr> <tr><td>Формально-ролевое</td></tr> </table>	Деловое	Манипулятивное	Светское	Формально-ролевое	2
Деловое							
Манипулятивное							
Светское							
Формально-ролевое							
32.	Возникновение при восприятии человека человеком привлекательности одного из них для другого – это ...	<table border="1"> <tr><td>Аттракция</td></tr> <tr><td>Аффилиация</td></tr> <tr><td>Гипноз</td></tr> <tr><td>Трансакция</td></tr> </table>	Аттракция	Аффилиация	Гипноз	Трансакция	1
Аттракция							
Аффилиация							
Гипноз							
Трансакция							
33.	Приписывание сходных характеристик всем членам какой-либо социальной группы или общности – это ...	<table border="1"> <tr><td>Самоактуализация</td></tr> <tr><td>Самореализация</td></tr> <tr><td>Стереотипизация</td></tr> <tr><td>Обобщение</td></tr> </table>	Самоактуализация	Самореализация	Стереотипизация	Обобщение	3
Самоактуализация							
Самореализация							
Стереотипизация							
Обобщение							
34.	Постижение эмоциональных состояний другого человека, сопереживание при общении – это ...	<table border="1"> <tr><td>Экзальтация</td></tr> <tr><td>Эмпатия</td></tr> <tr><td>Эмоция</td></tr> <tr><td>Интроверсия</td></tr> </table>	Экзальтация	Эмпатия	Эмоция	Интроверсия	2
Экзальтация							
Эмпатия							
Эмоция							
Интроверсия							
35.	На формирование аттракции оказывают наибольшее влияние:	<table border="1"> <tr><td>«Помогающее поведение»</td></tr> <tr><td>Сходство характеристик общающихся</td></tr> <tr><td>Сходство ситуации, в которой находятся партнеры</td></tr> <tr><td>Верны все варианты ответов</td></tr> </table>	«Помогающее поведение»	Сходство характеристик общающихся	Сходство ситуации, в которой находятся партнеры	Верны все варианты ответов	4
«Помогающее поведение»							
Сходство характеристик общающихся							
Сходство ситуации, в которой находятся партнеры							
Верны все варианты ответов							
36.	Осознанное внешнее согласие с группой при внутреннем расхождении с ее позицией – это ...	<table border="1"> <tr><td>Психическое заражение</td></tr> <tr><td>Конформность</td></tr> <tr><td>Убеждение</td></tr> <tr><td>Подражание</td></tr> </table>	Психическое заражение	Конформность	Убеждение	Подражание	2
Психическое заражение							
Конформность							
Убеждение							
Подражание							
37.	Передача эмоционального состояния человеку или группе помимо собственно смыслового воздействия – это ...	<table border="1"> <tr><td>Психическое заражение</td></tr> <tr><td>Психическое заражение</td></tr> <tr><td>Подражание</td></tr> <tr><td>Эмпатия</td></tr> </table>	Психическое заражение	Психическое заражение	Подражание	Эмпатия	1
Психическое заражение							
Психическое заражение							
Подражание							
Эмпатия							
38.	Основные механизмы познания другого человека:	<table border="1"> <tr><td>Эмпатия</td></tr> <tr><td>Рефлексия</td></tr> <tr><td>Идентификация</td></tr> <tr><td>Подражание</td></tr> </table>	Эмпатия	Рефлексия	Идентификация	Подражание	1,2,3
Эмпатия							
Рефлексия							
Идентификация							
Подражание							
39.	С течением времени функции семьи	<table border="1"> <tr><td>Изменяются</td></tr> <tr><td>Остаются ригидными</td></tr> <tr><td>Стабилизируются</td></tr> <tr><td>Упрощаются</td></tr> </table>	Изменяются	Остаются ригидными	Стабилизируются	Упрощаются	1
Изменяются							
Остаются ригидными							
Стабилизируются							
Упрощаются							
40.	Подлинное и полное равноправие жены и мужа	<table border="1"> <tr><td>Бикарьерная семья</td></tr> <tr><td>Эгалитарная семья</td></tr> <tr><td>Неопатриархальная семья</td></tr> <tr><td>Нуклеарная семья</td></tr> </table>	Бикарьерная семья	Эгалитарная семья	Неопатриархальная семья	Нуклеарная семья	2
Бикарьерная семья							
Эгалитарная семья							
Неопатриархальная семья							
Нуклеарная семья							
41.	Свойство высокоорганизованной живой материи, заключающееся в активном отражении субъектом объективного мира, в построении субъектом неотчуждаемой от него картины этого мира и регуляции на этой основе поведения и деятельности - это...	<table border="1"> <tr><td>Пластичность</td></tr> <tr><td>Гибкость</td></tr> <tr><td>Психика</td></tr> <tr><td>Личность</td></tr> </table>	Пластичность	Гибкость	Психика	Личность	3
Пластичность							
Гибкость							
Психика							
Личность							

42.	Направленность, темперамент, способности, характер — это...	Психические состояния		2
		Психические свойства		
		Познавательные процессы		
		Врожденные черты		
43.	Сколько выделяют психических познавательных процессов?	6		2
		8		
		5		
		9		
44.	Сколько основных уровней/понятий в системе человекознания выделил Б.Г. Ананьев	4		1
		3		
		2		
		5		
45.	Совокупность способностей, определяющая успешность социального взаимодействия, включающая в себя способность понимать поведение другого человека, своё собственное поведение, а также способность действовать сообразно ситуации – это...	Находчивость		4
		Смекалка		
		Врожденное свойство		
		Социальный интеллект		
46.	Сколько существует стратегий поведения в конфликтных ситуациях в соответствии с моделью Томаса-Килменна?	4		2
		5		
		7		
		3		
47.	Самой эффективной стратегией в жизни, личном и профессиональном взаимодействии и разрешении конфликтов является...	Конкуренция		4
		Избегание		
		Уступка		
		Сотрудничество		
48.	Альтернативное урегулирование споров с участием третьей нейтральной, беспристрастной, не заинтересованной в данном конфликте стороны — это...	Третейский суд		3
		Ссора		
		Медиация		
		Арбитраж		
49.	Основное условие возможности проведения медиации при урегулировании споров - ...	Платежеспособность обеих сторон		2
		Желание обеих сторон сохранить отношения		
		Постановление суда		
		Отсутствие альтернативы		
50.	Способность человека распознавать эмоции, понимать намерения, мотивацию и желания других людей и свои собственные, а также способность управлять своими эмоциями и эмоциями других людей в целях решения практических задач -	Мышление		3
		Практический навык		
		Эмоциональный интеллект		
		Абстрактный интеллект		

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Промежуточной формой контроля является зачет. По итогам зачета выставляется оценка по шкале порядка: «зачтено», «не зачтено». Зачет по дисциплине служит для оценки работы студента в течение семестра и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных им теоретических и практических знаний, приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления, умение синтезировать полученные знания и применять их в решении практических задач. Зачет может выставляться по

результатам аттестации всех блоков модуля или по вопросам для зачета. Форма проведения зачета должна быть доведена до студентов.

Вопросы предполагают контроль общих методических знаний и умений, способность студентов проиллюстрировать их примерами, индивидуальными материалами, составленными студентами в течение курса. Каждый студент имеет право воспользоваться лекционными материалами и методическими разработками.

#### Примерные вопросы к зачету:

1. Предмет риторики. Риторика и ораторское искусство.
2. Структура речи. Вступление.
3. Структура речи. Главная часть.
4. Структура речи. Заключение.
5. Рекомендуемые способы борьбы со страхом и волнением. Способы устранения помех при выступлении.
6. Эвдемонизм и деонтология как основные направления в этике.
7. Понятие прикладной этики и специфика ее проблем.
8. Современные биомедицинские технологии и их моральные оценки.
9. Моральные аспекты использования атомной энергии.
10. Дискуссии наказания в современной этике и юриспруденции.
11. Мой мир и его границы: кто их определяет?
12. Кто управляет моей жизнью?
13. Индивидуум и общество: чем другие могут помочь?
14. Другой: плохой или хороший: как его использовать?
15. Семья в России и в Евросоюзе: почему семья изменяется?
16. Конфликт: причина или следствие?
17. Стратегии поведения в конфликте: какую стратегию выбираю я?
18. Виды межличностных отношений: я выбираю – нас выбирают...
19. Гендерные различия: современная ситуация.
20. Мой идеальный партнер.
21. Психологическое знание в структуре современных наук и жизни человека.
22. Личность как один из уровней изучения человека в психологии.
23. Общение как особый вид деятельности.
24. Стратегии поведения в конфликтных ситуациях.
25. Психологические аспекты успешности саморазвития и самореализации человека.

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность	хорошо		71-85

	в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степенью самостоятельности и инициативы	собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### Основная учебная литература

1. Лихачева Л. С. Этика: теория и практика: учебное пособие / Л.С. Лихачева. - Екатеринбург : Уральский федеральный университет, 2019. - 190 с. - ISBN 978-5-7996-2546-7. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/382077/reading>.
2. Гринько Е.Н. Академическая риторика : учебное пособие / Е.Н. Гринько. - Москва : Флинта, 2022. - 212 с. - ISBN 978-5-9765-4626-4. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/380466/reading>.
3. Белянина И. В. Психология развития : учебное пособие / И.В. Белянина, Е.М. Киселева, М.М. Крекова. - Москва : Директ-Медиа, 2019. - 266 с. - ISBN 978-5-4499-0530-7. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/388333/reading>.

### Дополнительная учебная литература

1. Александров, Д. Н. Риторика : учебное пособие / Д. Н. Александров. — 3-е изд., стер. — Москва : ФЛИНТА, 2018. — 624 с. — ISBN 978-5-89349-205-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109517>.
2. Олешкова, А. М. Проблемы прикладной этики в социокультурном измерении XXI века: учебное пособие / А. М. Олешкова. — Нижний Тагил: НТГСПИ, 2017. — 192 с. — ISBN 987-5-8299-0353-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177550>
3. Сапогова, Е. Е. Психология развития и возрастная психология: учебное пособие / Е.Е. Сапогова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ИНФРА-М, 2022. — 638 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/997107. - ISBN 978-5-16-014675-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/997107>.
4. Чупина, В. Б. Клиническая психология сексуальных расстройств: учебное пособие / В. Б. Чупина, Л. С. Гавриленко. — Красноярск: КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, 2019. — 128 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131419>.

## **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **Перечень программного обеспечения**

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – [www.lms.kantiana.ru](http://www.lms.kantiana.ru), обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов соответствующее ПО и антивирусное программное обеспечение.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п. 11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»  
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**

**«Безопасность жизнедеятельности и основы военной подготовки»**

**Шифр: 16.03.01**

**Направление подготовки: Техническая физика**

**Профиль: «Прикладная физика наукоемких производств»**

**Квалификация (степень) выпускника: Физик. Инженер-физик**

Калининград  
2024

## Лист согласования

### Составители:

Масленников П.В., к.б.н., доцент ОНК «Институт медицины и наук о жизни (МЕДБИО)»;  
Судоплатов К.А., ст. реподаватель ОНК «Институт медицины и наук о жизни (МЕДБИО)»;  
Винокурова Н.В., к.б.н., доцент ОНК «Институт медицины и наук о жизни (МЕДБИО)»;  
Балько С.В., капитан 1 ранга, к.п.н., начальник военного учебного центра БФУ им. И.Канта;  
Кужелев А.А., капитан 2 ранга, к.т.н., начальник учебной части - заместитель начальника  
военного учебного центра БФУ им. И.Канта;  
Рак Е.Н., подполковник запаса, ст.преподаватель военного учебного центра БФУ им.  
И.Канта»;  
Жуков Б.В., подполковник запаса, преподаватель военного учебного центра БФУ им.  
И.Канта».

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от «7» марта 2024г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.  
Руководитель ОПОП ВО

А.В.Юров  
А.Д. Кулик

## Содержание

1. Название образовательного модуля
2. Характеристика образовательного модуля
3. Методические указания для обучающихся по освоению модуля
4. Программы дисциплин образовательного модуля
  - Программа дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»
  - Программа дисциплины «Основы военной подготовки»
5. Программа итоговой аттестации по модулю

# 1. Название модуля: «Безопасность жизнедеятельности и основы военной подготовки»

## 2. Характеристика модуля

### 2.1. Образовательные цели и задачи

Целью освоения модуля является формирование представления о неразрывном единстве эффективной профессиональной деятельности с требованиями к безопасности и защищенности человека, формирование навыков безопасного поведения в повседневной жизни и в экстремальных условиях, формирование способности и готовности к выполнению воинского долга и обязанности по защите своей Родины в соответствии с законодательством Российской Федерации.

### 2.2. Образовательные результаты

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
УК-1. Способен к формированию собственного жизненно-образовательного маршрута на основе критического мышления, целеполагания, стратегии достижения цели (в том числе в проектном типе деятельности) в условиях создания безопасной среды, с учетом традиционных российских духовно-нравственных ценностей и целей национального развития, в процессе социального взаимодействия	УК.1.15. Оценивает факторы риска и степень потенциальной опасности чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов, умеет обеспечивать личную безопасность и безопасность окружающих в повседневной жизни и в профессиональной деятельности УК.1.16. Применяет методы защиты в чрезвычайных ситуациях, навыки военной подготовки в условиях военных конфликтов в интересах Родины УК.1.17. Формирует культуру безопасного и ответственного поведения.	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– поражающие факторы стихийных бедствий, крупных производственных аварий и катастроф с выходом в атмосферу радиоактивных веществ (РВ) и аварийно-химически опасных веществ (АХОВ), современных средств поражения;</li><li>– анатомо-физиологические последствия воздействия на человека травмирующих, вредных и опасных производственных факторов;</li><li>– правовые, нормативно-технические и организационные основы «Безопасности жизнедеятельности»;</li><li>– основные положения общевойсковых уставов ВС РФ;</li><li>– организацию внутреннего порядка в подразделении;</li><li>– основные положения Курса стрельб из стрелкового оружия;</li><li>– устройство стрелкового оружия, боеприпасов и ручных гранат;</li><li>– предназначение, задачи и организационно-штатную структуру общевойсковых подразделений (мотострелкового отделения, взвода, роты);</li><li>– основные факторы, определяющие характер, организацию и способы ведения современного общевойскового боя;</li><li>– общие сведения о ядерном, химическом и биологическом оружии, средствах его применения;</li><li>– правила поведения и меры профилактики в условиях заражения радиоактивными, отравляющими веществами и бактериальными средствами;</li><li>– тактические свойства местности, их влияние на действия подразделений в боевой обстановке;</li></ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>– назначение, номенклатуру и условные знаки топографических карт;</li> <li>– основные способы и средства оказания первой медицинской помощи при ранениях и травмах;</li> <li>– тенденции и особенности развития современных международных отношений, место и роль России в многополярном мире, основные направления социально-экономического, политического и военно-технического развития страны;</li> <li>– основные положения Военной доктрины РФ;</li> <li>– правовое положение и порядок прохождения военной службы.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить контроль параметров и уровня негативных воздействий на их соответствие нормативным требованиям;</li> <li>– эффективно применять средства защиты от негативных воздействий;</li> <li>– планировать мероприятия по защите производственного персонала и населения в чрезвычайных ситуациях и при необходимости принимать участие в проведении спасательных и других неотложных работ при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;</li> <li>– правильно применять и выполнять положения общевоинских уставов ВС РФ;</li> <li>– осуществлять разборку и сборку автомата (АК-74) и пистолета (ПМ), подготовку к боевому применению ручных гранат;</li> <li>– оборудовать позицию для стрельбы из стрелкового оружия;</li> <li>– выполнять мероприятия радиационной, химической и биологической защиты;</li> <li>– читать топографические карты различной номенклатуры;</li> <li>– давать оценку международным военно-политическим и внутренним событиям и фактам с позиции патриота своего Отечества;</li> <li>– применять положения нормативно-правовых актов.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами защиты в условиях чрезвычайных ситуаций;</li> <li>– методами прогнозирования чрезвычайных ситуаций и предотвращения их негативных последствий;</li> <li>– методами повышения стрессоустойчивости;</li> <li>– способами управления эмоциями в экстремальных ситуациях;</li> <li>– строевыми приемами на месте и в движении;</li> <li>– навыками управления строями взвода;</li> <li>– первичными навыками стрельбы из стрелкового оружия;</li> <li>– первичными навыками подготовки к ведению общевойскового боя;</li> </ul>
--	--	---

		<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками применения индивидуальных средств РХБ защиты;</li> <li>– первичными навыками ориентирования на местности по карте и без карты;</li> <li>– навыками применения индивидуальных средств медицинской защиты и подручных средств для оказания первой медицинской помощи при ранениях и травмах;</li> <li>– навыками работы с нормативно-правовыми документами.</li> </ul>
--	--	--

### **3. Методические указания для обучающихся по освоению модуля**

Освоение дисциплин модуля закладывает базу для будущей сфере профессиональной деятельности. Оно должно начинаться с внимательного ознакомления с рабочими программами дисциплин, обязательными компонентами которых являются: перечень тем, подлежащих усвоению; задания; списки учебных пособий и рекомендуемой литературы; списки контрольных вопросов, заданий.

При изучении дисциплин модуля необходимо последовательно переходить от дисциплины к дисциплине, от темы к теме, следуя внутренней логике, заложенной в программе дисциплины модуля. Только так можно достичь полного понимания материала, хорошей ориентации в специальной литературе, формирования собственной точки зрения и умений практического характера. Для более глубокого и эффективного освоения дисциплин рекомендуется предварительная подготовка к занятиям.

## 1. Наименование дисциплины: «Безопасность жизнедеятельности».

Целью освоения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» является формирование представления о неразрывном единстве эффективной профессиональной деятельности с требованиями к безопасности и защищенности человека, формирование навыков безопасного поведения в повседневной жизни и в экстремальных условиях.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины студент должен овладеть следующими результатами обучения:

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
УК-1. Способен к формированию собственного жизненно-образовательного маршрута на основе критического мышления, целеполагания, стратегии достижения цели (в том числе в проектно-деятельности) в условиях создания безопасной среды, с учетом традиционных российских духовно-нравственных ценностей и целей национального развития, в процессе социального взаимодействия	УК.1.15. Оценивает факторы риска и степень потенциальной опасности чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов, умеет обеспечивать личную безопасность и безопасность окружающих в повседневной жизни и в профессиональной деятельности УК.1.16. Применяет методы защиты в чрезвычайных ситуациях, навыки военной подготовки в условиях военных конфликтов в интересах Родины УК.1.17. Формирует культуру безопасного и ответственного поведения.	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>поражающие факторы стихийных бедствий, крупных производственных аварий и катастроф с выходом в атмосферу радиоактивных веществ (РВ) и аварийно-химически опасных веществ (АХОВ), современных средств поражения;</li><li>анатомо-физиологические последствия воздействия на человека травмирующих, вредных и опасных производственных факторов;</li><li>правовые, нормативно-технические и организационные основы «Безопасности жизнедеятельности»;</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>проводить контроль параметров и уровня негативных воздействий на их соответствие нормативным требованиям;</li><li>эффективно применять средства защиты от негативных воздействий;</li><li>планировать мероприятия по защите производственного персонала и населения в чрезвычайных ситуациях и при необходимости принимать участие в проведении спасательных и других неотложных работ при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.</li></ul> <b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>методами защиты в условиях чрезвычайных ситуаций;</li><li>методами прогнозирования чрезвычайных ситуаций и предотвращения их негативных последствий;</li><li>методами повышения стрессоустойчивости. Способами управления эмоциями в экстремальных ситуациях.</li></ul>

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» представляет собой дисциплину обязательной части.

#### 4. Виды учебной работы по дисциплине

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы обучающегося и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

#### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

#### Тематика лекционных занятий

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Введение. Основные понятия, термины и определения.	Цель и содержание дисциплины, ее основные задачи, место и роль в подготовке специалиста. Основные понятия. Понятие опасности. Структура и состав опасности. Процесс идентификации опасности. Различные классификации опасностей. Аксиома о потенциальной опасности деятельности человека. Принципы достижения безопасности. Методы анализа опасности. Количественная характеристика опасности. Риск. Степень риска. Основные виды риска. Индивидуальный риск. Коллективный риск. Технический риск. Экологический риск. Социальный риск. Кривая Фармера. Экономический риск. Потенциальный территориальный риск. Профессиональный риск. Оценка травматизма и профзаболеваний на производстве. Оценка экономических потерь предприятия. Показатель сокращения продолжительности жизни, методика определения. Концепция приемлемого риска и оценка безопасности профессиональной деятельности в РФ. Мотивированный и немотивированный риск. Методы определения риска. Управление риском. Анализ риска. Качественные методы анализа опасностей и риска.

		<p>Проверочный лист. Предварительный анализ опасностей. Анализ видов и последствий отказов. Анализ опасности и работоспособности. Анализ ошибок персонала. Причинно-следственный анализ. Анализ «деревя отказов» или «деревя причин». Анализ «деревя событий» или «деревя последствий».</p>
2	<p>Безопасность жизнедеятельности и природная среда. Экологические опасности. Классификация. Источники загрязнения среды обитания.</p>	<p>Экологическая безопасность. Критерии оценки качества окружающей среды, экологическое нормирование. Классификация нормативов качества природной среды. Основные принципы нормирования ОС. Государственные природоохранные органы РФ. Общественные природоохранные организации. Структура и краткая характеристика. Законодательство по охране природной среды РФ. Структура и основные документы. Система государственных стандартов «Охрана природы». Структура и описание. Экологическое законодательство и нормативные документы в области охраны окружающего воздуха. Основная характеристика загрязнителей атмосферного воздуха. Токсическая доза. Виды дозы. Виды ПДК для воздуха. Эффект суммации ПДК. ПДЭН. ВДК (ОБУВ). Определение и краткая характеристика понятий.</p> <p>Основные загрязнители атмосферного воздуха: классификация с ссылкой на ГОСТ; ПДКсс и ПДКмр. Оценка выбросов ЗВ по ЮНЕП. Критерии оценки состояния загрязнения атмосферы. КИЗА. Оценка рассеивающей способности атмосферы. Экологический мониторинг. Цель, ступени и структура. (ЕГСЭМ) РФ. Примеры. Экологическая экспертиза. Законодательная и нормативная база. Принципы экологической экспертизы. Методы экологической экспертизы. Федеральные и региональные уровни. Общественная экологическая экспертиза.</p> <p>Ресурсные критерии оценки состояния поверхностных вод. Экологическое законодательство и нормативные документы в области водопользования, водосбережения и безопасности водных объектов. Нормирование качества воды. Классификация водоемов и ПДК. Методы комплексной оценки загрязненности поверхностных вод. Классы качества вод в зависимости от ИЗВ и индекса сапробности S. Гидрохимический метод комплексной оценки загрязнения вод: Ki Ni, Vi, Zc. Теория «биогеохимических провинций». Эндемические заболевания. Примеры. Общие и суммарные показатели качества вод, нормативные требования по качеству. Значение водного фактора в распространении острых кишечных инфекций и инвазий. Болезнь легионеров. Санитарно-микробиологическая оценка качества вод. Методы и объекты индикации, их общая характеристика. Показатели санитарно-микробиологической чистоты вод по СанПиНу 2.1.4.1074-01. Мероприятия, направленные на сохранение гидроресурсов. Замкнутые водооборотные системы. Кратность использования воды в обороте. Аэробная биохимическая очистка-минерализация. Анаэробная биохимическая очистка. Технология и степень эффективности очистки.</p> <p>Основная характеристика земельных ресурсов. Состав и структура почвы (почвенные фазы и горизонты).</p>

		<p>Минеральный состав почвы. Полидисперсность почвы. Гигиеническое и эпидемиологическое значение почвы. Антагонизм почвенной микрофлоры. Санитарная охрана почвы. Коэффициент концентрации химического вещества (Ki). Суммарный показатель загрязнения (Zc). Оценочная шкала опасности загрязнения почв. Утилизация твердых и жидких бытовых отходов как экологический пример.</p>
3	<p>Физиология и безопасность труда, обеспечение комфортных условий жизнедеятельности. Вредные и опасные производственные факторы</p>	<p>Структурно-функциональные системы восприятия и компенсации организмом человека изменений факторов среды обитания. Особенности структурно-функциональной организации человека. Естественные системы человека для защиты от негативных воздействий. Характеристика нервной системы. Условные и безусловные рефлексy. Анализаторы, их строение, функции. Функциональные характеристики и роль во взаимодействии с внешней средой. Вегетативная нервная система, роль в защитных реакциях. Критические периоды в развитии ее отделов и суточном режиме.</p> <p>Безопасность труда. Здоровье, определение. Виды здоровья. Профилактика нарушений состояния здоровья человека. Виды профилактики. Правовые и организационные основы производственной безопасности. Правовые и нормативно-методические документы по безопасности труда. Система государственных стандартов «Охрана труда». Структура и описание. Производственная среда. Классификация вредных и опасных производственных факторов в соответствии с ГОСТом 12.0.003-74. ПДУ вредного или опасного производственного фактора. Категории работ по интенсивности энергозатрат в соответствии с Р 2.2.2006–05. Динамический стереотип как фактор, определяющий функциональные возможности организма. Работоспособность. Определение физической работоспособности при помощи теста РWC170 (Physical working capacity). Общая физическая работоспособность. Относительная работоспособность. Оценка фактического состояния условий труда и классификация условий труда по степени вредности (Р 2.2.2006–05). Динамические и статические нагрузки. Методика расчета. Физиологические изменения в организме при физической и умственной нагрузке. Производственный травматизм. Причины производственного травматизма. Профессиональные заболевания. Острые и хронические профзаболевания, их характеристика и примеры. Аттестация рабочих мест по условиям труда. Рабочая зона. Рабочее место. Условия труда. Тяжесть труда. Напряжённость труда. Методика расчета.</p> <p>Опасные и вредные факторы производственной среды.</p> <p>АПФД. Общая характеристика и классификация АПФД. Аэрозоли дезинтеграции. Аэрозоли конденсации. Действие пыли на организм человека (классификация). Фиброгенность пыли. Нормирование и оценка степени воздействия АПФД. Классификация условий труда при профессиональном контакте с АПФД в соответствии с Р 2.2.2006-05. Принцип защиты временем при воздействии АПФД. Расчет допустимого стажа работы. Наиболее вредные характеристики пыли.</p>

	<p>Воздействие пыли на различные органы и ткани человека. Пневмокониозы. Токсико-пылевой бронхит. Бронхиальная астма. Профилактика пылевых заболеваний. Лечебно-профилактические мероприятия. Санитарно-технические мероприятия. СИЗ.</p> <p>УФ-излучение. Характеристика, классификация. Гигиеническое нормирование УФ в соответствии с СН № 4557-88 и МУ № 5046-89. Классификация условий труда по Р 2.2.2006-05. Биологическая оценка ультрафиолетового облучения. Бактерицидный и эритемный поток УФ. Виды доз облученности. Пороговая доза эритемной облученности: разовая и суточная. Биодоза. Производственные источники УФ. Биологическое действие УФ. Профилактические и защитные меры. СИЗ.</p> <p>ИК-излучение. Характеристика, классификация. Биологическое действие. Основой закон термодинамики и расчет радиационных потерь организма. Расчет теплового облучения работающего. Гигиеническое нормирование ИК в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96. Категории работ (классификация по энергозатратам). Классификация условий труда по Р 2.2.2006 – 05. Определение ТНС-индекса и классы условий труда по этому показателю. Принцип защиты временем и нормирование температуры воздуха на рабочем месте выше или ниже допустимых величин. Нормирование перепадов температур на рабочих местах в зависимости от категорий. СИЗ.</p> <p>Свет. Основные светотехнические характеристики и гигиенические требования по освещенности к рабочему месту. Нормирование освещенности по СНиП 23-05-95 и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Классификация условий труда по Р 2.2.2006 – 05. Классы условий труда в зависимости от дополнительных параметров световой среды. Разряды зрительных работ. Расчет естественного и искусственного освещения (метод светового потока). Основные зрительные функции. Механизм образования близорукости. Профилактика миопии.</p> <p>Действие электрического тока на организм человека. Классификация видов тока по действию на человека. Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током. Анализ опасности поражения электрическим током в различных электрических сетях (задание). Критерии электробезопасности и нормативные документы. Напряжение шага и прикосновения. Средства защиты, применяемые в электроустановках. Зануление и заземление принципиальная разница двух методов. Организация безопасности эксплуатации электроустановок. Оказание первой медицинской помощи при поражении электрическим током.</p> <p>Шум. Гигиеническая классификация шума. Классификация шума по ГОСТ 12.1.029-80 и ГОСТ 12.1.003-83. Основные характеристики звуковых волн. Уровень громкости звука. Гигиеническое нормирование шума по ГОСТ 12.1.003-83 и СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Нормирование постоянного и непостоянного шума. Нормирование шума для</p>
--	--

		<p>ориентировочной оценки. Коррекция уровня звукового давления. Доза шума. Оценка источников шума (2 и более) одинаковых и разных по своему уровню. Количественная оценка тяжести и напряженности трудового процесса в зависимости от уровня шума. Классификация условий труда по Р 2.2.2006 – 05. Категории тяжести трудового процесса по СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Переход от дБ к разам. Профилактика профзаболеваний. Инфразвук. Гигиеническая классификация и нормирование постоянного и непостоянного инфразвука по СН 2.2.4/2.18.583-96. ПДУ инфразвука. Биологическое действие. Профилактика. Ультразвук. Классификация и гигиеническое нормирование по СанПиН 2.2.4./2.1.8.582-96 и ГОСТ 12.1.001-89. Нормирование контактного ультразвука. Вегетативно-сенсорная полиневропатия. Биологическое действие. Профилактика профессиональных заболеваний. Электромагнитные волны. Источники электромагнитного излучения. Воздействие на организм человека. Нормирование электромагнитных полей. Напряженность ЭП и МП. Тепловой порог. Нормирование и профилактика профзаболеваний. Механические колебания. Виды вибраций и их воздействие на человека. Нормирование вибраций. Вибрационная болезнь. Профилактика.</p> <p>Лазерное излучение. Природа, источники и основные характеристики лазерного излучения, воздействие на организм человека и гигиеническое нормирование. Средства и методы защиты от лазерных излучений. Средства индивидуальной защиты (СИЗ).</p> <p>Безопасность автоматизированных объектов. Системы автоматического контроля. Психологические факторы при работе с информационными системами.</p>
4	<p>Принципы возникновения и классификация ЧС. Оценка, прогноз и мониторинг ЧС в РФ и за рубежом.</p>	<p>Общие сведения о чрезвычайных ситуациях, определение чрезвычайной ситуации, аварии, катастрофы, стихийного бедствия. Понятие аварийной и предаварийной ситуации, экстремальная ситуация, стадии чрезвычайной ситуации, классификация чрезвычайных ситуаций. Государственная концепция обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях, разработка технических и организационных мероприятий, снижающих вероятность реализации поражающего потенциала современных технических систем. Подготовка объекта и обслуживающего персонала, служб МЧС и населения к действиям в условиях ЧС. Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций: разработка плана ликвидации последствий ЧС, спасательные и другие неотложные работы в очагах поражения: разведка очага поражения, локализация и тушение пожаров, розыск пострадавших, оказание пострадавшим первой помощи, санитарная обработка людей и техники, обеззараживание местности, неотложные аварийно-спасательные работы, спасательная техника и ее применение, определение материального ущерба, числа жертв и травм. Обучение персонала объекта и населения действиям в чрезвычайных ситуациях, психологическая подготовка персонала и населения</p>

		<p>к ЧС, структура МЧС Российской Федерации и их сил быстрого реагирования.</p> <p>Организация систем мониторинга, цели и задачи мониторинга, виды мониторинга, экологический мониторинг, глобальный, национальный, региональный мониторинг. Организация систем мониторинга в России, общегосударственная сеть наблюдения и контроля.</p>
5	<p>ЧС природного и биолого-социального характера.</p> <p>Стихийные бедствия, виды, характеристика, основные повреждающие факторы.</p> <p>Действие человека при данных ЧС.</p>	<p>Классификация ЧС по источнику происхождения и масштабу.</p> <p>Классификация природных опасностей. Геологические. Гидрологические. Метеорологические. Природные пожары. Инфекции.</p> <p>Наводнение, Половодье. Паводок, последствия.</p> <p>Классификация наводнений по признаку причин и по высоте подъема воды, ущербу и площади затопления. Защита и действие населения при угрозе и во время наводнения. Действия человека, оказавшегося в воде.</p> <p>Ураганы, бури, смерчи, их происхождение и последствия.</p> <p>Меры по обеспечению безопасности населения. Шкала Бофорта. Шкала перевода из баллов в м/с.</p> <p>Землетрясение. Основные параметры землетрясений, их последствия. Очаг, гипоцентр, эпицентр, эпицентральная зона (плейстосейстовая область). Изосейсты. Характеристики землетрясений: Энергия (E), магнитуда (M), интенсивность (I), глубина гипоцентра (h). Шкала Рихтера. Шкала силы (интенсивности) землетрясений (Шкала MSK -64). Сейсмограммы. Фазы землетрясения, их отличия. Форшоки. Афтершоки. Правила безопасного поведения во время землетрясения.</p> <p>Обвалы, оползни и сели, их происхождение, последствия и предотвращение данных событий. Классификация и профилактические мероприятия. Действия населения при угрозе схода оползней, селей и обвалов.</p> <p>Лесные и торфяные пожары, их последствия и предотвращение. Классификация пожаров. Меры безопасности в зоне лесных и торфяных пожаров.</p> <p>Извержение вулканов. Классификация и основные поражающие факторы. Снежные лавины. Классификация.</p> <p>Действие человека при данных стихийных бедствиях.</p> <p>ЧС биолого-социального характера. Инфекционный процесс. Источник возбудителя инфекции. Эпидемический процесс. Эпидемический очаг инфекции. Эпидемия, пандемия. Старые. Новые и возвращающиеся инфекции, примеры. Механизм, факторы и основные пути передачи и проникновения возбудителя инфекции. Формы взаимодействия инфекционного агента с макроорганизмом. Острые и хронические формы. Реинфекция. Носительство инфекции. Субклиническая форма. Латентная форма. Медленная инфекция. Важнейшие свойства микроорганизмов, способных вызывать инфекционный процесс. Патогенность. Вирулентность. Адгезивность. Инвазивность. Токсигенность. Экзотоксины. Эндотоксины. Естественная классификация инфекционных болезней. Антропонозы и Зоонозы. Восприимчивый организм. Виды иммунитета. Естественный</p>

		(специфический и неспецифический) и приобретенный. Иммунизация населения. Виды искусственного иммунитета.
6	<p>ЧС техногенного характера. Аварии, взрывы, пожары, и др. Основные повреждающие факторы. Действие человека при данных ЧС.</p>	<p>ЧС техногенного характера. Классификация. Аварии и катастрофы. Причины возникновения пожара в жилых и общественных зданиях. Меры пожарной безопасности в быту. Пожары и взрывы, их причины и возможные последствия. Горение. Возгорание. Воспламенение. Концентрационные пределы. Методы тушения пожаров. Огнегасительные вещества. Средства пожаротушения. Первичные, стационарные и передвижные. Зоны действия взрыва. Причины взрывов. Действие взрыва на человека (действие ударной волны). Правила безопасного поведения при пожаре и угрозе взрыва.</p> <p>ХОО. Аварии на ХОО. АХОВ. Физико-химические свойства АХОВ влияющие на характер поражения. Поражающее действие АХОВ и пути проникновения в организм. Классификация. Характеристики действия АХОВ: токсичность, дозы, токсодозы, концентрации. Клиническая классификация АХОВ. Развитие аварии при хранении АХОВ под давлением в виде жидкости. Зона химического заражения. Очаги поражения. Продолжительность заражения. Источники опасности при авариях на ХОО. Химическая обстановка и ее оценка. Задание метеоусловий. Количество АХОВ, обусловившее ЧС. Эквивалентное количество АХОВ. Коэффициенты, используемые при расчете эквивалентного количества АХОВ. Определение эквивалентного количества вещества в первичном облаке. Определение эквивалентного количества вещества во вторичном облаке и времени испарения. Расчет глубины зоны заражения при аварии на ХОО. Определение площади зоны заражения. Определение времени подхода зараженного воздуха к заданному объекту. Определение продолжительности заражения. Защитные мероприятия на химически опасных объектах. Средства индивидуальной защиты. Способы защиты от АХОВ. Медицинская помощь пострадавшим при авариях на ХОО. Свойства аммиака и хлора, учитываемые при оказании первой помощи. Способы и средства ликвидации последствий аварий на ХОО.</p> <p>Радиационная безопасность. Виды и основная характеристика ионизирующих излучений. Корпускулярное и электромагнитное излучение. Источники радиационной опасности, естественные и искусственные. Радиоактивный распад. Изотопы. Радионуклиды. Период полураспада. Эффективный период полураспада. Характеристики радиационного излучения. Активность радионуклидов, виды активности. Доза излучения. Виды доз. Общая характеристика. Мощность доз. Коллективная эффективная эквивалентная доза. Полная коллективная эффективная эквивалентная доза. Понятие «уровень радиации» и «уровень (плотность) загрязнения» радионуклидом. НРБ-99. Категории облучаемых лиц. Нормирование радиационной безопасности в случае радиационной аварии. Пределы доз (ПД). Гигиеническая оценка и классификация условий труда при работе с</p>

		<p>источниками ионизирующего излучения. Максимальные потенциальные эффективные и эквивалентные дозы, их МПД. Допустимая мощность годовой потенциальной дозы (ДМПД). Классификация условий труда по Р 2.2.2006 – 05. Радиационная защита. РОО и зоны безопасности. Международная шкала тяжести событий на АС. Аварии на РОО. Классификация аварий. Радиационная опасность аварии. Состав выброса и воздействие излучений по стадиям аварии (стадии РА). Состав защитных мероприятий при авариях на РОО. Заблаговременные и оперативные мероприятия РЗ. Зонирование территории при авариях на РОО. ЗРА и ЗРК. Типовые режимы радиационной защиты при авариях на АС. Зона радиационного загрязнения на ранней и промежуточной стадиях аварии (ЗРА). Зонирование внутри зоны отселения по степеням фактического загрязнения местности. Зонирование на восстановительной стадии аварии РОО. ЗРА и ЗРК. Зонирование ЗРА. Вмешательство и его принципы. Классификация противорадиационных укрытий. Классификация радиопротекторов. Типовые режимы радиационной защиты при авариях АЭС. Эвакуация населения, ее предназначение, порядок проведения мероприятий при эвакуации.</p>
7	<p>ЧС военного времени. Оружие массового поражения. Современная классификация. Действие населения при применении ОМП.</p>	<p>Чрезвычайные ситуации военного времени. Ядерное оружие, его поражающие факторы, зоны разрушения, степени разрушения зданий, сооружений, технических и транспортных средств. Возникновение и развитие пожаров в городах и на объектах экономики. Зоны радиоактивного заражения при наземных ядерных взрывах, воздействие радиации и электромагнитного импульса на технические средства. Возможные поражения людей при ядерном взрыве. Планируемые спасательные и другие неотложные работы в зонах очага ядерного поражения. Химическое оружие. Классификация и токсикологические характеристики отравляющих веществ. Зоны заражения и очаги поражения. Обычные средства поражения, их характеристики, профилактика последствий применения обычных средств поражения. Биологическое оружие. Основные характеристики и защита населения при использовании данного типа оружия МП.</p>
8	<p>Защита населения в чрезвычайных ситуациях. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС). Структура.</p>	<p>Задачи. ГО РФ и различных государств. МЧС РФ. Эвакуация. Особенности, задачи. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС): задачи и структура. Территориальные подсистемы РСЧС. Функциональные подсистемы РСЧС. Уровни управления и состав органов по уровням. Координирующие органы, органы управления по делам ГО и ЧС, органы повседневного управления. Гражданская оборона, ее место в системе общегосударственных мероприятий гражданской защиты. Структура ГО в РФ. Задачи ГО, руководство ГО, органы управления ГО, силы ГО, гражданские организации ГО. Структура ГО на промышленном объекте. Планирование мероприятий по гражданской обороне на объектах.</p>

		<p>Организация защиты в мирное и военное время, способы защиты, защитные сооружения, их классификация. Оборудование убежищ. Быстровозводимые убежища. Простейшие укрытия. Противорадиационные укрытия. Укрытие в приспособленных и специальных сооружениях. Организация укрытия населения в чрезвычайных ситуациях. Особенности и организация эвакуации из зон чрезвычайных ситуаций. Мероприятия медицинской защиты. Средства индивидуальной защиты и порядок их использования.</p>
9	<p>Управление безопасностью жизнедеятельности. Нормативно-техническая документация.</p>	<p>Вопросы безопасности жизнедеятельности в законах и подзаконных актах. Охрана окружающей среды. Нормативно-техническая документация по охране окружающей среды. Международное сотрудничество по охране окружающей среды. Мониторинг окружающей среды в РФ и за рубежом. Правила контроля состояния окружающей среды. Законодательство о труде. Законодательные акты директивных органов. Подзаконные акты по охране труда. Чрезвычайные ситуации в законах и подзаконных актах. Государственное управление в чрезвычайных ситуациях.</p>
10	<p>Безопасность на транспорте.</p>	<p>Федеральный закон от 10.12.1995 № 196-ФЗ О безопасности дорожного движения. Обучение правилам безопасного поведения на автомобильных дорогах. Классификация видов опасностей на транспорте (наземный, железнодорожный, водный, воздушный транспорт). Причины опасных ситуаций на транспорте. Правила дорожного движения для: пешехода, пассажира, велосипедиста. Распознавание ситуаций криминогенного характера, ситуаций угрозы террористического акта на транспорте. Предупреждение возникновения сложных и опасных ситуаций. Оказание первой помощи (элементы первой помощи) при неотложных состояниях. Вызов экстренной службы. Помощь при дорожно-транспортном происшествии.</p> <p>Назначение правил дорожного движения, история их возникновения и развития. Общие правила движения пешеходов. Правило движения Юлия Цезаря в древнем Риме. Первые правила в России. Первые автомобильные правила во Франции. Международная конвенция по дорожному движению. Первые советские правила дорожного движения. Единые правила дорожного движения на территории СССР. Правила дорожного движения РФ. Ответственность за несоблюдение правил движения. ГИБДД — гарант обеспечения порядка и бесперебойного движения транспорта и пешеходов. Порядок движения пешеходов по улицам и дорогам. Организация движения организованных пеших колонн. Правила перехода улиц и дорог. Организация движения групп детей.</p> <p>Элементы улиц и дорог. Перекрестки и их виды. Правила пользования общественным транспортом. Правила перевозки детей на общественном и личном транспорте. Перевозка детей на грузовом транспорте. Посадка и высадка детей, поведение в транспортном средстве. Где запрещается перевозить детей? Способы регулирования дорожного движения. Назначение сигналов светофора для регулирования движения пешеходов и</p>

		<p>транспорта. Регулировщик — основной способ регулирования при заторах и неисправностях светофора. Дорожные знаки как один из способов регулирования дорожного движения. Дорожная разметка и ее характеристики. Виды дорожной разметки и ее назначение для регулирования движения транспорта и пешеходов. Горизонтальная разметка. Вертикальная разметка.</p> <p>Тормозной и остановочный путь автомобиля. Время реакции водителя, время реакции тормозов. Формула остановочного и тормозного пути. Зависимость тормозного и остановочного пути от состояния покрытия, тормозных систем, скорости движения и массы транспортного средства. Виды светофоров. Транспортные светофоры. Пешеходные светофоры. Порядок перехода и проезда улиц и дорог по сигналам транспортного и пешеходного светофоров.</p> <p>Назначение и виды транспортных средств. Механические и немеханические транспортные средства. Механические транспортные средства в экономике страны. Полуприцепы, прицепы и гужевые повозки. Велосипед и мопед. Специальный транспорт и особенности его движения. Применение специальных сигналов на транспортных средствах. Предупредительные сигналы, подаваемые водителями световыми приборами и рукой. Действия очевидцев дорожно-транспортных происшествий.</p> <p>Назначение и группы дорожных знаков. Предупреждающие знаки и их роль в регулировании движения транспорта и пешеходов, значение знаков приоритета. Запрещающие знаки. Предписывающие знаки и их характеристика. Информационно-указательные знаки и знаки сервиса. Предназначение знаков дополнительной информации (табличек). Причины дорожно-транспортных происшествий. Дорожно- транспортные происшествия: по вине пешеходов, водителей, велосипедистов, состояния дороги и погодных условий. Мероприятия, проводимые по их устранению. Назначение номерных, опознавательных и предупредительных знаков и надписей на транспортных средствах. Меры ответственности пешеходов и водителей за нарушение ПДД.</p> <p>Правила движения для велосипедиста, мотоциклиста. Обязанности водителя. Дополнительные требования к движению велосипедов, мопедов. Оказание первой помощи при дорожно-транспортных происшествиях. Правила перевозки травмированных.</p>
11	Медико-биологические и психологические основы безопасности жизнедеятельности	<p>Оказание первой медицинской помощи утопающему. Искусственная вентиляция легких. Ушиб. Признаки ушиба. Растяжения. Признаки растяжения. Вывих. Признаки. Перелом. Виды переломов. Признаки. Наиболее частые осложнения переломов. Первая медицинская помощь при растяжениях, переломах и вывихах. Имобилизация и средства её достижения. Оказание первой медицинской помощи при термических и химических ожогах. Классификация ожогов. Оценка площади ожога. Ожоговая болезнь. Стадии. Ожоговый шок. Острая ожоговая токсемия, ожоговая септикотоксемия, реконвалесценция. Первая</p>

		<p>медицинская помощь при отравлении СДЯВ и ОВ. Классификация. Действие на организм человека. Первая медицинская помощь. Сердечно-сосудистая недостаточность – обморок, коллапс, шок. Оказание первой медицинской и доврачебной помощи. Кома. Первая медицинская и доврачебная помощь. Виды, классификация, диагностика и оказание первой помощи при кровотечениях. Кровопотеря. Наложение жгута. Раны. Правила и приемы наложения повязок. Первая медицинская помощь при отморожении. Физиологические изменения и признаки отморожения. Классификация поражений. Действие электрического тока на человека. Термическое. Электролитическое. Биологическое. Электрический ожог. Классификация и виды ожогов. Электрические знаки. Электрический удар. Классификация. Возможные пути тока через тело человека. Первая медицинская помощь при поражении электрическим током. Первая медицинская помощь при тепловом и солнечном ударах, признаки поражения. Понятие и определения здоровья. Общебиологическое здоровье. Популяционное. Индивидуальное. Факторы, влияющие на здоровье людей. Первичная, вторичная и третичная профилактика нарушений состояния здоровья. Психологическая устойчивость в чрезвычайных ситуациях. Норма психологического здоровья, психология риска, регуляция психологического состояния, психологическое воздействие на людей обстановки чрезвычайной ситуации, идентифицированные личности, психологический портрет, социально-психологические отклонения в чрезвычайных ситуациях, дезадаптированность личности, посттравматические расстройства</p>
--	--	--

## 6. Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п	Наименование темы	Тематика самостоятельных работ
1	Тема № 1. Введение. Основные понятия, термины и определения	Методы определения риска. Управление риском. Анализ риска. Качественные методы анализа опасностей и риска. Причинно-следственный анализ.
2	Тема № 2 Безопасность жизнедеятельности и природная среда. Экологические опасности. Классификация. Источники загрязнения среды обитания	Основная характеристика земельных ресурсов. Состав и структура почвы (почвенные фазы и горизонты). Минеральный состав почвы. Гигиеническое и эпидемиологическое значение почвы. Санитарная охрана почвы. Оценочная шкала опасности загрязнения почв. Утилизация твердых и жидких бытовых отходов как экологический пример.
3	Тема № 3. Физиология и безопасность труда, обеспечение комфортных условий жизнедеятельности.	Структурно-функциональные системы восприятия и компенсации организмом человека изменений факторов среды обитания. Естественные системы человека для защиты от

	Вредные и опасные произв. факторы	негативных воздействий. Характеристика нервной системы. Условные и безусловные рефлексы. Анализаторы, их строение, функции. Вегетативная нервная система, роль в защитных реакциях.
4	Тема № 4. Принципы возникновения и классификация ЧС. Оценка, прогноз и мониторинг ЧС в РФ и за рубежом	Организация систем мониторинга, цели и задачи мониторинга, виды мониторинга, экологический мониторинг, глобальный, национальный, региональный мониторинг. Организация систем мониторинга в России, общегосударственная сеть наблюдения и контроля.
5	Тема № 5. ЧС природного и биолого-социального характера. Стихийные бедствия, виды, характеристика, основные повреждающие факторы. Действие человека при данных ЧС	ЧС биолого-социального характера. Инфекционный процесс. Источник возбудителя инфекции. Эпидемический процесс. Эпидемический очаг инфекции. Эпидемия, пандемия. Старые. Новые и возвращающиеся инфекции, примеры. Механизм, факторы и основные пути передачи и проникновения возбудителя инфекции. Формы взаимодействия инфекционного агента с макроорганизмом.
6	Тема № 6. ЧС техногенного характера. Аварии, взрывы, пожары, и др. Основные повреждающие факторы. Действие человека при данных ЧС	ЧС техногенного характера. Классификация. Аварии и катастрофы. Причины возникновения пожара в жилых и общественных зданиях. Меры пожарной безопасности в быту. Пожары и взрывы, их причины и возможные последствия. Горение. Возгорание. Воспламенение. Концентрационные пределы. Методы тушения пожаров.
7	Тема № 7. ЧС военного времени. Оружие массового поражения. Современная классификация. Действие населения при применении ОМП	Биологическое оружие. Основные характеристики и защита населения при использовании данного типа оружия.
8	Тема № 8. Защита населения в чрезвычайных ситуациях. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуациях (РСЧС). Структура. Задачи. ГО РФ и различных государств. МЧС РФ. Эвакуация. Особенности, задачи	Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуациях (РСЧС): задачи и структура. Территориальные подсистемы РСЧС. Функциональные подсистемы РСЧС. Уровни управления и состав органов по уровням.
9	Тема № 9. Управление безопасностью жизнедеятельности. Противодействие терроризму и экстремизму.	Вопросы безопасности жизнедеятельности в законах и подзаконных актах. Охрана окружающей среды. Нормативно-техническая документация по охране окружающей среды. Международное сотрудничество по охране окружающей среды. Мониторинг окружающей среды в РФ и за рубежом. Правила контроля состояния окружающей среды. Законодательство

		о труде. Противодействие терроризму и экстремизму.
10	Тема № 10. Безопасность на транспорте.	Федеральный закон от 10.12.1995 N 196-ФЗ О безопасности дорожного движения. Обучение правилам безопасного поведения на автомобильных дорогах. Классификация видов опасностей на транспорте (наземный, железнодорожный, водный, воздушный транспорт). Причины опасных ситуаций на транспорте. Правила дорожного движения для: пешехода, пассажира, велосипедиста. Распознавание ситуаций криминогенного характера, ситуаций угрозы террористического акта на транспорте. Предупреждение возникновения сложных и опасных ситуаций. Оказание первой помощи (элементы первой помощи) при неотложных состояниях. Вызов экстренной службы. Помощь при дорожно-транспортном происшествии.
11	Тема № 10. Медико-биологические и психологические основы безопасности жизнедеятельности	Психологическая устойчивость в чрезвычайных ситуациях. Норма психологического здоровья, психология риска, регуляция психологического состояния, психологическое воздействие на людей обстановки чрезвычайной ситуации, идентифицирование личности, психологический портрет, социально-психологические отклонения в чрезвычайных ситуациях, дезадаптированность личности, посттравматические расстройства.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий

Чрезвычайные ситуации природного характера	
1	Наводнение. Половодье. Паводок, последствия. Классификация наводнений по признаку причин и по высоте подъема воды, ущерб и площади затопления. Защита и действие населения при угрозе и во время наводнения. Действия человека, оказавшегося в воде.
2	Землетрясения, основные параметры землетрясений, их последствия. Гипоцентр, эпицентр. Магнитуда. Энергия. Интенсивность. Глубина гипоцентра. Шкала MSK-64, шкала Рихтера. Правила безопасного поведения во время землетрясения.
3	Ураганы, бури, смерчи, тайфуны их происхождение и последствия. Меры по обеспечению безопасности населения. Шкала Бофорта. Цунами. Причины возникновения. Характеристика природного явления. Действие человека при данном стихийном бедствии.
4	Извержение вулканов. Снежные лавины. Обвалы, оползни и сели, их происхождение, последствия и предотвращение данных событий. Действия населения.
Чрезвычайные ситуации техногенного характера и защита от них характера	
5	Пожары, их причины и возможные последствия. Основные поражающие факторы. Горение. Возгорание. Воспламенение. Методы тушения пожаров. Классификация средств. Огнетушительные вещества. Средства пожаротушения. Классификация. Первичные, стационарные и передвижные.
6	Меры пожарной безопасности в быту. Поведение человека в данной ситуации. Первая медицинская и доврачебная помощь. Лесные и торфяные пожары, их

	последствия и предотвращение. Классификация пожаров. Меры безопасности в зоне лесных и торфяных пожаров.
7	Взрывы и их последствия. Зоны действия взрыва. Действие взрыва на человека (действие ударной волны) и здания. Концентрационные пределы. Правила безопасного поведения при угрозе взрыва. Поведение человека в данной ситуации. Первая медицинская и доврачебная помощь.
8	Химически опасные объекты производства, возможные последствия при авариях на химически опасных объектах, правила поведения. Хронические и острые интоксикации. Первая медицинская и доврачебная помощь при отравлении СДЯВ (сильнодействующими ядовитыми веществами) и ОВ (отравляющими веществами). Поведение человека в данной ситуации.
9	Аварии на радиационно-опасных объектах, возможные последствия облучения людей, ОЛБ (острая лучевая болезнь). Профилактика лучевых поражений. Первая медицинская и доврачебная помощь. Виды ионизирующих излучений, их основные характеристики. Правила поведения при радиационных авариях.
10	Транспортные аварии и их последствия. Безопасное поведение человека. Оказание первой медицинской помощи. Действие пассажиров при аварии на железнодорожном транспорте. Аварийные и опасные ситуации в метрополитене. Безопасное поведение человека. Оказание первой медицинской помощи.
11	Опасные и аварийные ситуации на воздушном и водном транспорте. Действие пассажиров. Оказание первой медицинской помощи.
Принципы обеспечения безопасности населения и территорий в ЧС мирного и военного времени	
12	Ядерное оружие, его боевые свойства и поражающие факторы. Классификация поражающих факторов ядерного взрыва и защита от их действия человека. Виды ядерных взрывов. След от радиоактивного облака. Зоны поражения. Средства индивидуальной и коллективной защиты.
13	Химическое оружие. Классификация по характеру токсического действия ОВ. Нервнопаралитические. Кожно-нарывные. Удушающие. Общеядовитые. Психохимические. Раздражающие. Классификация отравляющих веществ в зависимости от характера поражающего действия. Защита. Средства индивидуальной и коллективной защиты.
14	Бактериологическое оружие. Защита от поражающих факторов. Способы применения. Эвакуация населения при ЧС, ее предназначение, порядок проведения мероприятий при эвакуации.
15	Современные и обычные средства поражения и защита от них. Классификация. Осколочные. Фугасные. Кумулятивные. Зажигательные. Объемного взрыва. Высокоточное оружие. Разведывательно-ударные комплексы. Управляемые авиационные бомбы. Средства индивидуальной и коллективной защиты.
16	Организация инженерной защиты населения от поражающих факторов. Виды убежищ. Размещение и правила поведения людей в защитном сооружении. Средства индивидуальной защиты (СИЗ). СИЗ кожи. Медицинские средства индивидуальной защиты. Аптечка индивидуальная АИ-2. Индивидуальные противохимические пакеты. Организация и проведение санитарной обработки людей.
Санитарно-гигиенические и противоэпидемические мероприятия в ЧС	
17	Иммунный статус человека. Органы иммунной системы. Понятия иммунная система и антигены. Вакцины, сыворотки. Иммунодефициты первичные и вторичные. Классификация. ВИЧ-инфекция как модель вторичного иммунодефицита. Профилактика СПИДа. Первая помощь.

18	Заболевания бронхолегочной системы (бронхит, плеврит, пневмония, рак легкого, пневмоторакс, пневмокониозы, эмфизема легких). Наблюдение и уход за больными с заболеваниями органов дыхания.
19	Туберкулез. Классификация. Клиническая характеристика. Вакцина БЦЖ Значение реакции Манту. Наблюдение и уход за больными.
20	Алкоголь и его влияние на физическое и психическое здоровье человека. Профилактика алкогольной зависимости. Курение и его влияние на здоровье курящего и окружающих (пассивное курение). Способы профилактики и отказа от курения.
21	Наркотические вещества и их влияние на физическое и психическое здоровье человека. Профилактика наркотической зависимости.
22	Функциональная анатомия органа зрения. Дальновзоркость и близорукость. Травмы глаза. Первая помощь. Профилактика заболеваний. Функциональная анатомия органа слуха. Основные нарушения. Профилактика.
23	Клинико-эпидемиологическая характеристика группы кишечных инфекций. Холера. Брюшной тиф. Сальмонеллез. Ботулизм. Дизентерия. Полиомиелит. Болезнь Боткина. Профилактика и оказание первой медпомощи.
24	Клинико-эпидемиологическая характеристика группы инфекций дыхательных путей. Грипп. Натуральная оспа. Эпидемический менингит. Эпидемический паротит (свинка). Энцефалиты вирусной этиологии. Профилактика и оказание первой медпомощи.
25	Клинико-эпидемиологическая характеристика группы инфекций дыхательных путей. Воспаление легких (пневмония). Ангина. Скарлатина. Дифтерия. Корь. Коклюш. ОРВИ. Профилактика и оказание первой медпомощи.
26	Клинико-эпидемиологическая характеристика группы кровяных инфекций. Сыпной тиф. Клещевой энцефалит, малярия. Профилактика и оказание первой медпомощи.
27	Детские инфекционные болезни. Корь и краснуха. Профилактика и оказание первой медпомощи. Профилактика и оказание первой медпомощи.
28	Клинико-эпидемиологическая характеристика группы инфекций наружных покровов. Бешенство. Столбняк. Сибирская язва. Ящур. Профилактика и оказание первой медпомощи.
Медицинская характеристика состояний, требующих оказания первой медицинской помощи, и методы оказания первой медицинской помощи	
29	Основные заболевания системы крови (анемия, лейкоз, лимфолейкоз, метгемоглобинемия). Первая помощь. Механизмы системы свертывания крови. Гемофилия. Первая помощь.
30	Раны. Виды ран. Повязка. Перевязка. Правила наложения и перевязки. Первая помощь при кровотечениях. Виды кровотечений. Методы остановки кровотечений. Наложение кровоостанавливающего жгута.
31	Сосудистая недостаточность. Обморок. Коллапс. Кома, виды комы. Атеросклероз. Вегетативно-сосудистая дистония. Артериальная гипертензия. Гипертонический криз. Диагностика. Характеристика и первая медицинская помощь при данных ситуациях.
32	Ишемическая болезнь сердца. Инфаркт миокарда. Стенокардия. Аритмия сердца. Диагностика. Ушибы сердца. Диагностика. Первая помощь. Терминальное состояние. Агония. Клиническая и биологическая смерть.
33	Тепловой удар. Солнечный удар. Термические ожоги и ожоговая болезнь. Первая медицинская и доврачебная помощь.
34	Поражение электрическим током. Первая медицинская и доврачебная помощь. Действие электрического тока на человека. Термическое. Электролитическое.

	Биологическое. Электрический ожог. Классификация и виды ожогов. Электрические знаки. Электрический удар. Классификация. Возможные пути тока через тело человека. Первая медицинская помощь при поражении электрическим током.
35	Химические ожоги. Отморожение и общее замерзание. Первая медицинская и доврачебная помощь. Укусы ядовитых змей и насекомых. Первая медицинская и доврачебная помощь.
36	Острые и хронические отравления. Принципы оказания первой медицинской помощи при различных отравлениях.
37	Ушибы, растяжения и разрывы мягких тканей, переломы и вывихи. Первая медицинская и доврачебная помощь. Порядок наложения шины. Первая помощь. Инородные предметы в дыхательных путях. Острая дыхательная недостаточность. Наблюдение и уход за больными с заболеваниями органов дыхания. Оказание первой медицинской помощи при утоплении.
38	Понятие шока. Травматический шок. Фазы и степени шока. Первая медицинская и доврачебная помощь. Синдром длительного сдавливания. Клиническая картина. Первая медицинская и доврачебная помощь. Доврачебная реанимационная помощь. Искусственное дыхание. Непрямой массаж сердца. Методика. Прямой массаж сердца.
Чрезвычайные ситуации (ЧС) социального характера	
39	Массовые беспорядки их сущность и характер проявления. Город как среда повышенной опасности. Толпа, виды толпы. Паника. Массовые погромы. Массовые зрелища и праздники. Безопасность в толпе. Процесс воздействия субъекта социальной ЧС на Россию и ее регионы.
40	Чрезвычайные ситуации (ЧС) криминального характера и защита от них. Кража. Мошенничество. Правила поведения в случаях посягательства на жизнь и здоровье (нападение на улице, приставания пьяного, изнасилование, нападение в автомобиле, опасность во время ночной остановки). Предупреждение криминальных посягательств в отношении детей.
41	Необходимая самооборона в криминальных ситуациях (правовые основы самообороны, основные правила самообороны, средства самозащиты и их использование).
Сущность и содержание информационной безопасности	
42	Формы методы и способы обеспечения информационной безопасности. Основы защиты деловой информации и сведений, составляющих государственную и служебную коммерческую тайны. Методы и средства защиты электронной информации. Информационные технологии и здоровье. Сотовая радиотелефонная связь.
Экономическая безопасность социально-экономических систем	
43	Система обеспечения экономической безопасности личности. Государственная стратегия в сфере обеспечения экономической безопасности личности: сущность и комплекс мер по ее обеспечению. Основные направления обеспечения экономической безопасности личности: кредитование физических лиц, инвестирование, страхование человека и имущества, защита авторских прав, защита прав потребителей.
Биологические опасности	
44	Микроорганизмы. Виды патогенных микробов. Рост и размножение микроорганизмов. Бактериологическое нормирование. Грибы, растения и животные, представляющие опасность для человека.

Техногенные опасности	
45	Ионизирующие излучения (ИИ). Физика радиоактивности. Закон радиоактивного распада. Биологическое действие ионизирующих излучений. Дозиметрические величины и единицы их измерений. Источники излучения. Измерение ИИ. Нормирование радиационной безопасности. Защита от излучений.
Экологические опасности	
46	Состояние среды обитания. Критерии оценки качества окружающей среды. Экологическое нормирование. Источники экологических опасностей (тяжелые металлы, пестициды, диоксины, соединения серы, фосфора и азота, фреоны). Воздух как фактор среды обитания. Критерии оценки состояния загрязнения атмосферы. Комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА).
47	Вода как фактор среды обитания. Физиологическое и гигиеническое значение воды. Заболевания, связанные с изменением солевого и микроэлементного состояния воды. Вода как путь передачи инфекционных заболеваний. Влияние хозяйственно-бытовой и производственной деятельности человека и свойства природных вод. Показатели качества воды. Нормирование и нормативные акты в области охраны водной среды. Защита воды. Классификация водоемов и ПДК.
48	Государственные и общественные природоохранные организации. Стратегия экологического развития.
49	Почва как фактор среды обитания. Роль почвы в передаче инфекционных заболеваний. Процессы самоочищения почвы. Санитарная охрана почвы.
Органы системы МЧС России в системе органов исполнительной власти	
50	<p>МЧС. Роль, место и задачи «Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (МЧС) в современных условиях. Общая организация МЧС РФ.</p> <p>Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС). Задачи и структура. Территориальные подсистемы РСЧС, уровни управления и состав органов по уровням.</p> <p>Гражданская оборона (ГО), ее место в системе общегосударственных мероприятий гражданской защиты. Структура, состав и задачи ГО РФ.</p> <p>Государственная инспекция по маломерным судам (ГИМС). Главные задачи и структура ГИМС.</p> <p>Государственная противопожарная служба (ГПС). Главные задачи и структура.</p>

На практических занятиях решаются задачи по теме занятия.

Практические занятия проводятся в интерактивной форме или в виде семинаров, где обсуждаются ключевые и наиболее сложные вопросы. Работа на практических занятиях оценивается преподавателем по итогам подготовки и выполнения студентами практических заданий, активности работы в группе и самостоятельной работе.

Пропуск практических занятий предполагает отработку по пропущенным темам (подготовка письменной работы, с ответами на вопросы, выносимые на семинар).

Неотработанный (до начала экзаменационной сессии) пропуск более 50% практических занятий по курсу является основанием для не допуска к итоговой аттестации по дисциплине.

Требования к самостоятельной работе обучающихся

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-

педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем.

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

## **7. Методические рекомендации по видам занятий**

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## **8. Фонд оценочных средств**

### **8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины**

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций (текущий контроль по дисциплине)
Тема № 1. Введение. Основные понятия, термины и определения	УК-8, или УК-10, или УК-11 <i>или</i> УК.1	Опрос, тестирование.
Тема № 2 Безопасность жизнедеятельности и природная среда. Экологические опасности. Классификация. Источники загрязнения среды обитания	УК-8, или УК-10, или УК-11 <i>или</i> УК.1	Опрос, тестирование
Тема № 3. Физиология и безопасность труда, обеспечение комфортных условий жизнедеятельности. Вредные и опасные произв. факторы	УК-8, или УК-10, или УК-11 <i>или</i> УК.1	Опрос, тестирование
Тема № 4. Принципы возникновения и классификация ЧС. Оценка, прогноз и мониторинг ЧС в РФ и за рубежом	УК-8, или УК-10, или УК-11 <i>или</i> УК.1	Опрос, тестирование, реферат
Тема № 5. ЧС природного и биологосоциального характера. Стихийные бедствия, виды, характеристика, основные повреждающие факторы. Действие человека при данных ЧС	УК-8, или УК-10, или УК-11 <i>или</i> УК.1	Опрос, тестирование, защита реферата.
Тема № 6. ЧС техногенного характера. Аварии, взрывы, пожары, и др. Основные повреждающие факторы. Действие человека при данных ЧС	УК-8, или УК-10, или УК-11 <i>или</i> УК.1	Опрос, тестирование, защита реферата.
Тема № 7. ЧС военного времени. Оружие массового поражения. Современная классификация. Действие населения при применении ОМП	УК-8, или УК-10, или УК-11 <i>или</i> УК.1	Опрос, тестирование, защита реферата.
Тема № 8. Защита населения в чрезвычайных ситуациях. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуациях (РСЧС). Структура. Задачи. ГО РФ и различных государств. МЧС РФ. Эвакуация. Особенности, задачи	УК-8, или УК-10, или УК-11 <i>или</i> УК.1	Опрос, тестирование, защита реферата.
Тема № 9. Управление безопасностью жизнедеятельности. Противодействие терроризму и экстремизму.	УК-8, или УК-10, или УК-11 <i>или</i>	Опрос, тестирование, защита реферата.

	УК.1	
Тема № 10. Безопасность на транспорте.	УК-8, или УК-10, или УК-11 или УК.1	Опрос, тестирование, защита реферата.
Тема № 11. Медико-биологические и психологические основы безопасности жизнедеятельности	УК-8, или УК-10, или УК-11 или УК.1	Опрос, тестирование, защита реферата.

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности процессе текущего контроля

### Примеры тестовых задания для самоконтроля

**Целью тестирования** является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы; проведение тестирования позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.

#### **Тема № 1. Введение. Основные понятия, термины и определения**

1. Интегральным показателем безопасности жизнедеятельности является...
  - 1) смертность людей;
  - 2) продолжительность жизни человека;
  - 3) уровень жизни человека;
  - 4) здоровье людей.
2. Безопасность - это
  - 1) состояние деятельности, при котором с определённой вероятностью исключено проявление опасности;
  - 2) присутствие чрезмерной опасности;
  - 3) защищённость человека от социальных опасностей;
  - 4) отсутствие военных действий.

#### **Тема № 2 Безопасность жизнедеятельности и природная среда. Экологические опасности. Классификация. Источники загрязнения среды обитания**

1. Потенциальной опасностью называется возможность воздействия на человека \_\_\_\_\_ факторов.
  - 1) личностных
  - 2) производственных
  - 3) неблагоприятных или несовместимых с жизнью
  - 4) социальных
2. К непрогнозируемым внезапным относятся чрезвычайные ситуации \_\_\_\_\_ характера.
  - 1) политического;
  - 2) природного, техногенного;
  - 3) социального, экологического;
  - 4) индивидуального.

#### **Тема № 3. Физиология и безопасность труда, обеспечение комфортных условий жизнедеятельности. Вредные и опасные произв. факторы**

1. Вредный фактор – это фактор, воздействие которого на человека в определенных условиях вызывает:

- 1) смерть;
  - 2) нарушения самочувствия;
  - 3) травму;
  - 4) снижение работоспособности или заболевание.
2. Вероятность реализации опасностей называется:
- 1) аварией;
  - 2) риском;
  - 3) катастрофой;
  - 4) ущербом.

***Тема № 4. Принципы возникновения и классификация ЧС. Оценка, прогноз и мониторинг ЧС в РФ и за рубежом***

1. Безопасность жизнедеятельности – это...
  - 1) состояние защищённости национальных интересов;
  - 2) область научных знаний, изучающая опасности и способы защиты от них человека в любых условиях его обитания;
  - 3) этапы развития человека;
  - 4) расширения техносферы.
2. Опасность – это..
  - 1) любые явления, процессы, объекты, угрожающие жизни и здоровью человека;
  - 2) исключение нежелательных последствий;
  - 3) неотъемлемая отличительная черта деятельности человека;
  - 4) любые явления, вызывающие положительные эмоции.

***Тема № 5. ЧС природного и биолого-социального характера. Стихийные бедствия, виды, характеристика, основные повреждающие факторы. Действие человека при данных ЧС***

1. Наука, изучающая землетрясения, называется ...
  - 1) Топографией;
  - 2) Сейсмологией;
  - 3) Гидрологией;
  - 4) Геологией.
2. Ветер большой разрушительной силы, значительной продолжительности скоростью 32 м/с называется ...
  - 1) Ураганом;
  - 2) Вихрем;
  - 3) Торнадо;
  - 4) Смерчем.

***Тема № 6. ЧС техногенного характера. Аварии, взрывы, пожары, и др. Основные повреждающие факторы. Действие человека при данных ЧС***

1. Неконтролируемый, стихийно развивающийся процесс горения, сопровождающийся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей, называется ...
  - 1) Вспышкой;
  - 2) Возгоранием;
  - 3) Пожаром;
  - 4) Огнем.
2. Вещества и смеси, поражающие высокой температурой, относятся к \_\_\_\_\_ оружию.
  - 1) химическому;
  - 2) биологическому;

- 3) инфразвуковому;
- 4) зажигательному.

**Тема № 7. ЧС военного времени. Оружие массового поражения. Современная классификация. Действие населения при применении ОМП**

1. В случае возникновения ЧС в школе учитель, в первую очередь, обязан ...
  - 1) ожидать дальнейших указаний;
  - 2) эвакуировать учащихся;
  - 3) собрать ценные документы и вещи;
  - 4) укрыться в защитном сооружении.
2. Опасность определенного вида для отдельного индивидуума характеризует риск:
  - 1) социальный;
  - 2) инженерный;
  - 3) индивидуальный;
  - 4) модельный.

**Тема № 8. Защита населения в чрезвычайных ситуациях. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).**

**Структура. Задачи. ГО РФ и различных государств. МЧС РФ. Эвакуация. Особенности, задачи**

1. Катастрофа – это:
  - 1) крупная авария с большим материальным ущербом;
  - 2) авария с материальным ущербом и человеческими жертвами;
  - 3) авария с человеческими жертвами;
  - 4) внезапное событие, которое возникло в результате действий человека или опасного природного явления...
2. В дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» важнейшими понятиями являются:
  - 1) среда обитания;
  - 2) деятельность;
  - 3) опасность и безопасность;
  - 4) экология.

**Тема № 9. Терроризм как реальная угроза безопасности в современном обществе**

1. Правила поведения, которых следует придерживаться при захвате террористами:
  - 1) выполнять команды террористов, не пытаться встать, покинуть свое место
  - 2) не выполнять команды террористов, пытаться встать, покинуть свое место
  - 3) злить террористов, впадать в истерику, кричать, звать на помощь
2. Совершение действий, создающих опасность гибели людей, причинения значительного имущественного ущерба либо наступления иных общественно опасных последствий, а также угроза совершения указанных действий в тех же целях называется ...
  - 1) терроризмом;
  - 2) бандитизмом;
  - 3) экстремизмом;
  - 4) преступной акцией.

**Тема № 10.**

1. Как должен поступить пешеход, стоящий у края проезжей части, при приближении транспортного средства с включенным проблесковым маячком и специальным звуковым сигналом?
  - 1) Как можно скорее перейти проезжую часть.
  - 2) Воздержаться от перехода проезжей части.
  - 3) Действовать по ситуации.

2. Как должны двигаться лица, ведущие мотоцикл, мо-пед или велосипед, за пределами населенного пункта?

1) По краю проезжей части навстречу движению транспортных средств.

2) По краю проезжей части по ходу движения транспортных средств.

3) По тротуару.

### ***Тема № 11. Медико-биологические и психологические основы безопасности жизнедеятельности***

1. Утомление – это...

1) напряжение, связанное с временным снижением работоспособности, вызванное длительной работой;

2) расстройство сенсорной области;

3) Профессиональное заболевание.

2. Здоровье – это...

1) полное физическое, психическое и социальное благополучие, а не только отсутствие болезней или физических дефектов;

2) главная функция живой материи;

3) отражение психических функций человека;

4) наука, изучающая строение тела человека.

## **8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине**

### **Вопросы для промежуточного контроля (зачета)**

1. Предмет БЖД. Понятия: интегральный показатель БЖД, техносфера, среда безопасности, вредные и опасные факторы.

2. «Аксиома о потенциальной опасности», концепция приемлемого риска, экстремальная ситуация, безопасность труда.

3. Понятие терминов: техника безопасности, охрана труда, производственная санитария, естественные и антропогенные негативные факторы.

4. Понятия физических, химических, биологических и психофизических опасных и вредных факторов.

5. Принципы нормирования опасных и вредных факторов. Понятия ПДК, ДОК, ПДУ, ОБУВ, ПДВ, ПДС.

6. Биологически активные элементы. Макро-, микро- и следовые элементы. Биогеохимические провинции.

7. Источники антропогенных химических факторов.

8. Пути поступления вредных веществ в организм.

9. Комбинированное действие вредных веществ на организм. Формула А.А. Аверьянова.

10. Источники и уровни различных видов опасностей естественного, антропогенного и техногенного происхождения, их эволюция. Классификация опасностей и негативных факторов; травмирующие и вредные зоны.

11. Вероятность (риск) и уровни воздействия негативных факторов. Критерии безопасности. Интегративный характер безопасности. Опасность и риск. Способы определения степени риска. Индивидуальный риск. Концепция приемлемого риска.

12. Причины техногенных аварий и катастроф. Взрывы, пожары и другие чрезвычайные негативные воздействия на человека и среду обитания.

13. Негативное воздействие вредных веществ на среду обитания. Допустимые уровни воздействия вредных веществ на гидросферу, почву, животных и растительность, конструкционные и строительные материалы.

14. Ядерное оружие, его боевые свойства и поражающие факторы.

15. Химическое оружие. Виды отравляющих веществ. Защита от поражающих факторов.

16. Бактериологическое оружие. Защита от поражающих факторов. Современные обычные средства поражения и защита от них.

17. Ионизирующее излучение и его действие на организм. Лучевая болезнь. Нормы радиационной безопасности. Защита от ионизирующих излучений. Защитные свойства материалов. Радиационный (дозиметрический) контроль, его цели и виды. Дозиметрические приборы, их использование. Определение возможных доз облучения, получаемых людьми за время пребывания на загрязненной местности и при преодолении зон загрязнения; определение допустимого времени пребывания людей в зонах загрязнения.

18. Химически опасные объекты (ХОО), их группы и классы опасности. Основные способы хранения и транспортировки химически опасных веществ. Общие меры профилактики аварий на ХОО. Химический контроль и химическая защита. Способы защиты производственного персонала, населения и территорий от химически опасных веществ. Приборы химического контроля. Средства индивидуальной защиты, медицинские средства защиты.

19. Классификация пожаров и промышленных объектов по пожароопасности. Тушение пожаров, принципы прекращения горения. Огнетушащие вещества, технические средства пожаротушения.

20. Пожаро- и взрывоопасные объекты. Классификация взрывчатых веществ. Газовоздушные и пылевоздушные смеси.

21. Ударная волна и ее параметры. Особенности ее прямого и косвенного воздействия на человека, сооружения, технику, природную среду. Особенности ударной волны ядерного взрыва, при взрыве конденсированных взрывчатых веществ, газовоздушных смесей.

22. Ядерный взрыв. Факторы поражения ядерного взрыва. Защита.

23. Транспортные аварии и их последствия.

24. Гидродинамические аварии и их последствия. Защита и действие населения.

25. Характеристики и области возникновения опасных природных процессов: землетрясений, извержений вулканов, магнитных бурь, циклонов и антициклонов, тайфунов, смерчей, ураганов, цунами, оползней, селей, обвалов, осыпей, лавин, пыльных бурь, наводнений, лесных и степных пожаров, ураганов и эпидемий, эпизоотий, эпифитотий, массовых распространений вредителей лесного и сельского хозяйства. Особенности процессов развития стихийных явлений, их воздействие на население, объекты экономики и среды обитания.

26. Безопасность жизнедеятельности и окружающая природная среда. Источники загрязнения среды обитания. Источники загрязнения, виды и состав загрязнений, интенсивность их образования в основных технологических процессах современной промышленности

27. Характеристики основных газообразных загрязняющих веществ и механизм их образования - соединения серы, азота, углерода, высокотоксичные соединения; характеристики аэрозольных загрязнений.

28. Антропогенное воздействие на недра и почвы; методы и средства снижения техногенного воздействия на ландшафт и почву; охрана растительных ресурсов; загрязнение окружающей среды при авариях; экологический риск; малоотходные технологии и ресурсосберегающие технологии.

29. Допустимое воздействие вредных факторов на человека и среду обитания. Принципы определения допустимых воздействий вредных факторов.

30. Вредные вещества, классификация, агрегатное состояние, пути поступления в организм человека, распределение и превращение вредного вещества, действие вредных веществ и чувствительность к ним.

31. Хронические отравления, профессиональные и бытовые заболевания при действии токсинов.

32. Механические колебания. Виды вибраций и их воздействие на человека. Нормирование вибраций, вибрационная болезнь.
33. Функциональная анатомия органа зрения. Дальнозоркость и близорукость. Травмы глаза. Первая помощь. Профилактика заболеваний. Освещение. Требования к системам освещения. Естественное и искусственное освещение. Светильники, источники света.
34. Функциональная анатомия органа слуха. Основные нарушения. Профилактика.
35. Акустические колебания. Постоянный и непостоянный шум. Действие шума на человека. Аудиометрия.
36. Инфразвук, возможные уровни. Нормирование акустического воздействия. Профессиональные заболевания. Профилактика.
37. Ультразвук, контактное и акустическое действие ультразвука. Нормирование акустического воздействия.
38. Профессиональные заболевания от воздействия шума, инфразвука и ультразвука. Опасность их совместного воздействия.
39. Электромагнитные поля. Воздействие на человека статических электрических и магнитных полей, электромагнитных полей промышленной частоты, электромагнитных полей радиочастот.
40. Воздействие УКВ и СВЧ излучений на органы зрения, кожный покров, центральную нервную систему, состав крови и состояние эндокринной системы. Воздействие на организм электромагнитного излучения оптического диапазона.
41. Источники негативных факторов бытовой среды.
42. Атмосферное давление и его влияние на организм.
43. Микроклимат и комфортные условия жизнедеятельности. Терморегуляция и теплопродукция.
44. Организация укрытия населения в чрезвычайных ситуациях. Особенности и организация эвакуации из зон чрезвычайных ситуаций.
45. Мероприятия медицинской защиты. Средства индивидуальной защиты и порядок их использования.
46. Оборудование убежищ. Быстровозводимые убежища. Простейшие укрытия. Противорадиационные укрытия. Укрытие в приспособленных и специальных сооружениях.
47. Терроризм как реальная угроза безопасности в современном обществе. Причины терроризма. Социально-психологические характеристики террориста. Борьба с терроризмом. Взрыв как средство террора. Правила поведения для заложников.
48. Иммунный статус человека. Органы иммунной системы. Понятия иммунная система и антигены. Вакцины, сыворотки. Иммунодефициты первичные и вторичные. Классификация. ВИЧ-инфекция как модель вторичного иммунодефицита. Профилактика СПИДа. Первая помощь.
49. Заболевания бронхолегочной системы (бронхит, плеврит, пневмония, рак легкого, пневмоторакс, пневмокоцидозы, эмфизема легких). Наблюдение и уход за больными с заболеваниями органов дыхания.
50. Туберкулез. Классификация. Клиническая характеристика. Вакцина БЦЖ Значение реакции Манту. Наблюдение и уход за больными.
51. Алкоголь и его влияние на физическое и психическое здоровье человека. Профилактика алкогольной зависимости.
52. Курение и его влияние на здоровье курящего и окружающих (пассивное курение). Способы профилактики и отказа от курения.
53. Наркотические вещества и их влияние на физическое и психическое здоровье человека. Профилактика наркотической зависимости.
54. Клинико-эпидемиологическая характеристика группы кишечных инфекций. Холера. Брюшной тиф. Сальмонеллез. Ботулизм. Дизентерия. Полиомиелит. Болезнь Боткина. Профилактика и оказание первой медпомощи.
55. Клинико-эпидемиологическая характеристика группы инфекций дыхательных путей. Грипп. Натуральная оспа. Эпидемический менингит. Эпидемический паротит

(свинка). Энцефалиты вирусной этиологии. Воспаление легких (пневмония). Ангина. Скарлатина. Дифтерия. Корь. Коклюш. ОРВИ. Профилактика и оказание первой медпомощи.

56. Клинико-эпидемиологическая характеристика группы кровяных инфекций. Сыпной тиф. Клещевой энцефалит, малярия. Профилактика и оказание первой медпомощи.

57. Детские инфекционные болезни. Корь и краснуха. Профилактика и оказание первой медпомощи. Профилактика и оказание первой медпомощи.

58. Клинико-эпидемиологическая характеристика группы инфекций наружных покровов. Бешенство. Столбняк. Сибирская язва. Ящур. Профилактика и оказание первой медпомощи.

59. Основные заболевания системы крови (анемия, лейкоз, лимфолейкоз, метгемоглобинемия). Первая помощь.

60. Механизмы системы свертывания крови. Гемофилия. Первая помощь.

61. Раны. Виды ран. Повязка. Перевязка. Правила наложения и перевязки. Первая помощь при кровотечениях. Виды кровотечений. Методы остановки кровотечений. Наложение кровоостанавливающего жгута.

62. Сосудистая недостаточность. Обморок. Коллапс. Кома, виды комы. Атеросклероз. Вегетативно-сосудистая дистония. Артериальная гипертензия. Гипертонический криз. Диагностика. Понятие шока. Фазы шока. Характеристика и первая медицинская помощь при данных ситуациях.

63. Ишемическая болезнь сердца. Инфаркт миокарда. Стенокардия. Аритмия сердца. Диагностика. Ушибы сердца. Диагностика. Первая помощь. Терминальное состояние. Агония. Клиническая и биологическая смерть.

64. Тепловой удар. Солнечный удар. Термические ожоги и ожоговая болезнь. Первая медицинская и доврачебная помощь.

65. Травматический шок. Фазы и степени шока. Первая медицинская и доврачебная помощь.

66. Синдром длительного сдавливания. Клиническая картина. Первая медицинская и доврачебная помощь.

67. Поражение электрическим током. Электрический удар. Возможные пути тока через тело человека. Первая медицинская и доврачебная помощь. Действие электрического тока на человека. Термическое. Электролитическое. Биологическое. Электрический ожог. Электрические знаки. Первая медицинская помощь при поражении электрическим током.

68. Химические ожоги. Отморожение и общее замерзание. Первая медицинская и доврачебная помощь.

69. Укусы ядовитых змей и насекомых. Первая медицинская и доврачебная помощь.

70. Острые и хронические отравления. Принципы оказания первой медицинской помощи при различных отравлениях.

71. Ушибы, растяжения и разрывы мягких тканей, переломы и вывихи. Первая медицинская и доврачебная помощь. Порядок наложения шины. Первая помощь.

72. Реанимация. Искусственное дыхание. Инородные предметы в дыхательных путях. Острая дыхательная недостаточность. Наблюдение и уход за больными с заболеваниями органов дыхания. Оказание первой медицинской помощи при утоплении.

73. Доврачебная реанимационная помощь. Непрямой массаж сердца. Методика. Прямой массаж сердца.

74. Массовые беспорядки их сущность и характер проявления. Город как среда повышенной опасности. Толпа, виды толпы. Паника. Массовые погромы. Массовые зрелища и праздники. Безопасность в толпе. Процесс воздействия субъекта социальной ЧС на Россию и ее регионы.

75. Чрезвычайные ситуации (ЧС) криминального характера и защита от них. Кража. Мошенничество. Правила поведения в случаях посягательства на жизнь и здоровье (нападение на улице, приставания пьяного, изнасилование, нападение в автомобиле, опасность во время ночной остановки). Предупреждение криминальных посягательств в

отношении детей. Необходимая самооборона в криминальных ситуациях (правовые основы самообороны, основные правила самообороны, средства самозащиты и их использование).

76. Сущность и содержание информационной безопасности. Формы методы и способы обеспечения информационной безопасности. Основы защиты деловой информации и сведений, составляющих государственную и служебную коммерческую тайны. Методы и средства защиты электронной информации. Информационные технологии и здоровье. Сотовая радиотелефонная связь.

77. Биологические опасности. Микроорганизмы. Виды патогенных микробов. Рост и размножение микроорганизмов. Бактериологическое нормирование. Грибы, растения и животные, представляющие опасность для человека.

78. Состояние среды обитания. Критерии оценки качества окружающей среды. Экологическое нормирование. Источники экологических опасностей (тяжелые металлы, пестициды, диоксины, соединения серы, фосфора и азота, фреоны). Воздух как фактор среды обитания. Критерии оценки состояния загрязнения атмосферы. Комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА).

79. Вода как фактор среды обитания. Физиологическое и гигиеническое значение воды. Заболевания, связанные с изменением солевого и микроэлементного состояния воды. Вода как путь передачи инфекционных заболеваний. Влияние хозяйственно-бытовой и производственной деятельности человека и свойства природных вод. Показатели качества воды. Нормирование и нормативные акты в области охраны водной среды. Защита воды. Классификация водоемов и ПДК.

80. Государственные и общественные природоохранные организации.

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательно е описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльн ая шкала (академичес кая) оценка	Двухбал льная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинг овая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональ ной деятельности, нежели по	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических	хорошо		71-85

	образцу с большей степени самостоятельно сти и инициативы	источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная я деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **Основная литература:**

1. Халилов, Ш. А. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / Ш.А. Халилов, А.Н. Маликов, В.П. Гневанов ; под ред. Ш.А. Халилова. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 576 с. — (Высшее образование). [Электронный ресурс]. Имеются экземпляры в отделах : ЭБС «Znanium».

2. Сычев, Ю. Н. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / Ю.Н. Сычев. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 204 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [Электронный ресурс]. Имеются экземпляры в отделах : ЭБС «Znanium».

### **Дополнительная литература:**

1. Мельников, В. П. Безопасность жизнедеятельности : учебник / В. П. Мельников. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2022. — 400 с. - [Электронный ресурс]. Имеются экземпляры в отделах : ЭБС «Znanium».

2. Безопасность жизнедеятельности : учебник для бакалавров / Э. А. Арустамов, А. Е. Волощенко, Н. В. Косолапова [и др.] ; под ред. проф. Э. А. Арустамова. — 22-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2020. — 446 с. - [Электронный ресурс]. Имеются экземпляры в отделах : ЭБС «Znanium».

3. Холостова, Е. И. Безопасность жизнедеятельности / Холостова Е.И., Прохорова О.Г. - Москва : Дашков и К, 2017. - 456 с. - ISBN 978-5-394-02026-1. - [Электронный ресурс]. Имеются экземпляры в отделах : ЭБС «Znanium».

## **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС

- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)
- Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru/>

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – <https://lms.kantiana.ru/>, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах обучающихся соответствующее ПО и антивирусное программное обеспечение.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской, персональными компьютерами с выходом в сеть «Интернет».

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## 1. Наименование дисциплины: «Основы военной подготовки»

Цель дисциплины: формирование знаний, умений и навыков, необходимых для становления обучающихся образовательных организаций высшего образования (далее - вуз) в качестве граждан способных и готовых к выполнению воинского долга и обязанности по защите своей Родины в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Программа дисциплины разработана на основе согласованного Министерством обороны Российской Федерации образовательного модуля «Основы военной подготовки» (письмо Минобрнауки России от 21.12.2022 г. № МН-5/35982).

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p>УК-8, или УК-10 или УК-11 в соответствии с реализуемым ФГОС ВО</p> <p>или</p> <p>УК-1. Способен к формированию собственного жизненно-образовательного маршрута на основе критического мышления, целеполагания, стратегии достижения цели (в том числе в проектном типе деятельности) в условиях создания безопасной среды, с учетом традиционных российских духовно-нравственных ценностей и целей национального развития, в процессе социального взаимодействия (для программ по СУОС)</p>	<p>соответствующие ИДК</p> <p>или</p> <p>УК.1.15. Оценивает факторы риска и степень потенциальной опасности чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов, умеет обеспечивать личную безопасность и безопасность окружающих в повседневной жизни и в профессиональной деятельности</p> <p>УК.1.16. Применяет методы защиты в чрезвычайных ситуациях, навыки военной подготовки в условиях военных конфликтов в интересах Родины</p> <p>УК.1.17. Формирует культуру безопасного и ответственного поведения. (для программ по СУОС)</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– основные положения общевоинских уставов ВС РФ;</li><li>– организацию внутреннего порядка в подразделении;</li><li>– основные положения Курса стрельб из стрелкового оружия;</li><li>– устройство стрелкового оружия, боеприпасов и ручных гранат.</li><li>– предназначение, задачи и организационно-штатную структуру общевоинских подразделений (мотострелкового отделения, взвода, роты);</li><li>– основные факторы, определяющие характер, организацию и способы ведения современного общевоинского боя;</li><li>– общие сведения о ядерном, химическом и биологическом оружии, средствах его применения;</li><li>– правила поведения и меры профилактики в условиях заражения радиоактивными, отравляющими веществами и бактериальными средствами;</li><li>– тактические свойства местности, их влияние на действия подразделений в боевой обстановке;</li><li>– назначение, номенклатуру и условные знаки топографических карт;</li><li>– основные способы и средства оказания первой медицинской помощи при ранениях и травмах;</li><li>– тенденции и особенности развития современных международных отношений, место и роль России в многополярном мире, основные направления социально-экономического, политического и военно-технического развития страны;</li><li>– основные положения Военной доктрины РФ;</li><li>– правовое положение и порядок прохождения военной службы.</li></ul> <p><b>Уметь:</b></p>

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
		<ul style="list-style-type: none"> <li>– правильно применять и выполнять положения общевоинских уставов ВС РФ;</li> <li>– осуществлять разборку и сборку автомата (АК-74) и пистолета (ПМ), подготовку к боевому применению ручных гранат;</li> <li>– оборудовать позицию для стрельбы из стрелкового оружия;</li> <li>– выполнять мероприятия радиационной, химической и биологической защиты;</li> <li>– читать топографические карты различной номенклатуры;</li> <li>– давать оценку международным военно-политическим и внутренним событиям и фактам с позиции патриота своего Отечества;</li> <li>– применять положения нормативно-правовых актов.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– строевыми приемами на месте и в движении;</li> <li>– навыками управления строями взвода;</li> <li>– первичными навыками стрельбы из стрелкового оружия;</li> <li>– первичными навыками подготовки к ведению общевойскового боя;</li> <li>– навыками применения индивидуальных средств РХБ защиты;</li> <li>– первичными навыками ориентирования на местности по карте и без карты;</li> <li>– навыками применения индивидуальных средств медицинской защиты и подручных средств для оказания первой медицинской помощи при ранениях и травмах;</li> <li>– навыками работы с нормативно-правовыми документами.</li> </ul>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы военной подготовки» представляет собой дисциплину обязательной части.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/ групповые занятия/ практические занятия), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период промежуточной аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий.

### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподавателю определена тематика занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции групповые и практические занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации. Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Общевоинские уставы Вооруженных Сил Российской Федерации	Общевоинские уставы Вооруженных Сил Российской Федерации, их основные требования и содержание. Структура, требования и основное содержание общевоинских уставов. Права военнослужащих. Общие обязанности военнослужащих. Воинские звания. Единоначалие. Начальники и подчиненные. Старшие и младшие. Приказ и приказание. Порядок отдачи и выполнение приказа. Воинская вежливость и воинская дисциплина военнослужащих. Внутренний порядок и суточный наряд. Размещение военнослужащих. Распределение времени и внутренний порядок. Суточный наряд роты, его предназначение, состав. Дневальный, дежурный по роте. Развод суточного наряда. Общие положения Устава гарнизонной и караульной службы. Обязанности разводящего, часового.
2	Строевая подготовка	Строевые приемы и движение без оружия. Строй и его элементы. Виды строя. Сигналы для управления строем. Команды и порядок их подачи. Обязанности командиров, военнослужащих перед построением и в строю. Строевой расчет. Строевая стойка. Выполнение команд: «Становись», «Равняйся», «Смирно», «Вольно», «Заправиться». Повороты на месте. Строевой шаг. Движение строевым шагом. Движение строевым шагом в составе подразделения. Повороты в движении. Движение в составе взвода. Управление подразделением в движении.
3	Огневая подготовка из стрелкового оружия	Основы, приемы и правила стрельбы из стрелкового оружия. Требования безопасности при обращении со стрелковым оружием. Требования безопасности при проведении занятий по огневой подготовке. Приемы и правила стрельбы из стрелкового оружия. Назначение, боевые свойства, материальная часть и применение стрелкового оружия, ручных противотанковых гранатометов и ручных гранат. Назначение, состав, боевые свойства и порядок сборки разборки АК-74 и РПК-74. Назначение, состав, боевые свойства и порядок сборки разборки пистолета ПМ. Назначение, состав, боевые свойства РПГ-7. Назначение, боевые свойства и материальная часть ручных гранат. Сборка разборка пистолета ПМ и подготовка его к боевому применению.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
		<p>Сборка разборка АК-74, РПК-74 и подготовка их к боевому применению. Снаряжение магазинов и подготовка ручных гранат к боевому применению.</p> <p>Выполнение упражнений учебных стрельб из стрелкового оружия. Требования безопасности при организации и проведении стрельб из стрелкового оружия. Порядок выполнения упражнения учебных стрельб. Меры безопасности при проведении стрельб и проверка усвоения знаний и мер безопасности при обращении со стрелковым оружием. Выполнение норматива №1 курса стрельб из стрелкового оружия</p>
4	<p>Основы тактики общевойсковых подразделений</p>	<p>Вооруженные Силы Российской Федерации их состав и задачи. Тактико-технические характеристики (ТТХ) основных образцов вооружения и техники ВС РФ. Назначение, структура мотострелковых и танковых подразделений сухопутных войск, их задачи в бою. Боевое предназначение входящих в них подразделений. Тактико-технические характеристики основных образцов вооружения и техники ВС РФ. Основы общевойскового боя. Сущность современного общевойскового боя, его характеристики и виды. Способы ведения современного общевойскового боя и средства вооруженной борьбы. Основы инженерного обеспечения. Цели и основные задачи инженерного обеспечения частей и подразделений. Назначение, классификация инженерных боеприпасов, инженерных заграждений и их характеристики. Полевые фортификационные сооружения: окоп, траншея, ход сообщения, укрытия, убежища. Организация воинских частей и подразделений, вооружение, боевая техника вероятного противника. Организация, вооружение, боевая техника подразделений мпб и тб армии США. Организация, вооружение, боевая техника подразделений мпб и тб армии Германии.</p>
5	<p>Радиационная, химическая и биологическая защита</p>	<p>Ядерное, химическое, биологическое, зажигательное оружие. Ядерное оружие. Средства их применения. Поражающие факторы ядерного взрыва и их воздействие на организм человека, вооружение, технику и фортификационные сооружения. Химическое оружие. Отравляющие вещества (ОВ), их назначение, классификация и воздействие на организм человека. Боевые состояния, средства применения, признаки применения ОВ, их стойкость на местности. Биологическое оружие. Основные виды и поражающее действие. Средства применения, внешние признаки применения. Зажигательное оружие. Поражающие действия зажигательного оружия на личный состав, вооружение и военную технику, средства и способы защиты от него. Радиационная, химическая и биологическая защита. Цель, задачи и мероприятия РХБ защиты. Мероприятия специальной обработки: дегазация, дезактивация, дезинфекция, санитарная обработка. Цели и порядок проведения частичной и полной специальной</p>

№	Наименование раздела	Содержание раздела
		обработки. Технические средства и приборы радиационной, химической и биологической защиты. Средства индивидуальной защиты и порядок их использования. Подгонка и техническая проверка средств индивидуальной защиты.
6	Военная топография	Местность как элемент боевой обстановки. Измерения и ориентирование на местности без карты, движение по азимутам. Способы ориентирования на местности без карты. Способы измерения расстояний. Движение по азимутам. Топографические карты и их чтение, подготовка к работе. Определение координат объектов и целеуказания по карте. Геометрическая сущность, классификация и назначение топографических карт. Определение географических и прямоугольных координат объектов по карте. Целеуказание по карте.
7	Основы медицинского обеспечения	Медицинское обеспечение войск (сил), первая медицинская помощь при ранениях, травмах и особых случаях. Медицинское обеспечение - как вид всестороннего обеспечения войск. Обязанности и оснащение должностных лиц медицинской службы тактического звена в бою. Общие правила оказания самопомощи и взаимопомощи. Первая помощь при ранениях и травмах. Первая помощь при поражении отравляющими веществами, бактериологическими средствами. Содержание мероприятия доврачебной помощи.
8	Военно-политическая подготовка	Россия в современном мире. Основные направления социально-экономического, политического и военно-технического развития страны. Новые тенденции и особенности развития современных международных отношений. Место и роль России в многополярном мире. Основные направления социально-экономического, политического и военно-технического развития Российской Федерации. Цели, задачи, направления и формы военно-политической работы в подразделении, требования руководящих документов.
9	Правовая подготовка	Военная доктрина Российской Федерации. Законодательство Российской Федерации о прохождении военной службы. Основные положения Военной доктрины Российской Федерации. Правовая основа воинской обязанности и военной службы. Понятие военной службы, ее виды и их характеристики. Обязанности граждан по воинскому учету.

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Тема 1. Общевоинские уставы Вооруженных Сил Российской Федерации, их основные требования и содержание.

- Тема 2. Внутренний порядок и суточный наряд.
- Тема 3. Общие положения Устава гарнизонной и караульной службы.
- Тема 4. Строевые приемы и движение без оружия.
- Тема 5. Основы, приемы и правила стрельбы из стрелкового оружия.
- Тема 6. Назначение, боевые свойства, материальная часть и применение стрелкового оружия, ручных противотанковых гранатометов и ручных гранат.
- Тема 7. Выполнение упражнений учебных стрельб из стрелкового оружия.
- Тема 8. Вооруженные Силы Российской Федерации их состав и задачи. Тактико-технические характеристики (ТТХ) основных образцов вооружения и техники ВС РФ.
- Тема 9. Основы общевойскового боя.
- Тема 10. Основы инженерного обеспечения.
- Тема 11. Организация воинских частей и подразделений, вооружение, боевая техника вероятного противника.
- Тема 12. Ядерное, химическое, биологическое, зажигательное оружие.
- Тема 13. Радиационная, химическая и биологическая защита.
- Тема 14. Местность как элемент боевой обстановки. Измерения и ориентирование на местности без карты, движение по азимутам.
- Тема 15. Топографические карты и их чтение, подготовка к работе.
- Тема 16. Медицинское обеспечение войск (сил), первая медицинская помощь при ранениях, травмах и особых случаях.
- Тема 17. Россия в современном мире. Основные направления социально-экономического, политического и военно-технического развития страны.
- Тема 18. Военная доктрина Российской Федерации. Законодательство Российской Федерации о прохождении военной службы.

#### Требования к самостоятельной работе студентов

1. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по вышеперечисленным темам.
2. Выполнение домашнего задания, предусматривающего решение практических задач, по вышеперечисленным темам.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

### **7. Методические рекомендации по видам занятий**

#### Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых в часы самостоятельной работы можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Групповые занятия.

Групповые занятия имеют целью изучить устройство конкретных образцов оружия (вооружения) и боевой техники, формировать начальные умения их эксплуатации, осваивать вопросы теории стрельбы, а также порядок действий на боевой технике, вопросы несения внутренней, гарнизонной и караульной службы; порядок оборудования боевой позиции для стрельбы; порядок работы с топографическими картами различной номенклатуры.

Групповые занятия проводить в специализированных классах, с максимальным использованием учебного вооружения, приборов, учебных боеприпасов, а также плакатов, стендов, макетов, слайдов и раздаточного материала.

Практические занятия.

Практические занятия предназначены для формирования умений и навыков, обучаемых в действиях с оружием и на боевой технике в ходе их боевого применения и эксплуатации, поиска информации по решению задач и практических упражнений; отработки нормативов боевой подготовки и строевых приемов без оружия; оказания первой помощи при ранениях и травмах; чтения топографических карт и ориентирования на местности по карте и без карты.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, работа с лекционным материалом, подготовка к практическим занятиям, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебников и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Раздел 1. Общевоинские уставы Вооруженных Сил Российской Федерации. Тема 1. Общевоинские уставы Вооруженных Сил Российской Федерации, их основные требования и содержание. Тема 2. Внутренний порядок и суточный наряд. Тема 3. Общие положения Устава гарнизонной и караульной службы.	УК-8, или УК-10, или УК-11 <i>или</i> УК.1	<i>Опрос.</i> <i>Тестовые задания.</i>
Раздел 2. Строевая подготовка.	УК-8, или УК-10, или УК-11	<i>Опрос.</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 4. Строевые приемы и движение без оружия.	<i>или</i> УК.1	<i>Выполнение строевых приемов</i>
Раздел 3. Огневая подготовка из стрелкового оружия. Тема 5. Основы, приемы и правила стрельбы из стрелкового оружия. Тема 6. Назначение, боевые свойства, материальная часть и применение стрелкового оружия, ручных противотанковых гранатометов и ручных гранат. Тема 7. Выполнение упражнений учебных стрельб из стрелкового оружия.	УК-8, или УК-10, или УК-11 <i>или</i> УК.1	<i>Опрос.</i> <i>Тестовые задания.</i> <i>Выполнение нормативов по огневой подготовке.</i>
Раздел 4. Основы тактики общевойсковых подразделений. Тема 8. Вооруженные Силы Российской Федерации их состав и задачи. Тактико-технические характеристики (ТТХ) основных образцов вооружения и техники ВС РФ. Тема 9. Основы общевойскового боя. Тема 10. Основы инженерного обеспечения. Тема 11. Организация воинских частей и подразделений, вооружение, боевая техника вероятного противника.	УК-8, или УК-10, или УК-11 <i>или</i> УК.1	<i>Опрос.</i> <i>Тестовые задания.</i>
Раздел 5. Радиационная, химическая и биологическая защита. Тема 12. Ядерное, химическое, биологическое, зажигательное оружие. Тема 13. Радиационная, химическая и биологическая защита.	УК-8, или УК-10, или УК-11 <i>или</i> УК.1	<i>Опрос.</i> <i>Тестовые задания.</i> <i>Выполнение нормативов по РХБЗ.</i>
Раздел 6. Военная топография. Тема 14. Местность как элемент боевой обстановки. Измерения и ориентирование на местности без карты, движение по азимутам. Тема 15. Топографические карты и их чтение, подготовка к работе. Определение координат объектов и целеуказания по карте.	УК-8, или УК-10, или УК-11 <i>или</i> УК.1	<i>Опрос.</i> <i>Тестовые задания.</i> <i>Производство измерений.</i>
Раздел 7. Основы медицинского обеспечения. Тема 16. Медицинское обеспечение войск (сил), первая медицинская помощь при ранениях, травмах и особых случаях.	УК-8, или УК-10, или УК-11 <i>или</i> УК.1	<i>Опрос.</i> <i>Выполнение нормативов по военно-медицинской подготовке.</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Раздел 8. Военно-политическая подготовка. Тема 17. Россия в современном мире. Основные направления социально-экономического, политического и военно-технического развития страны.	УК-8, или УК-10, или УК-11 <i>или</i> УК.1	<i>Опрос.</i>
Раздел 9. Правовая подготовка. Тема 18. Военная доктрина РФ. Законодательство Российской Федерации о прохождении военной службы	УК-8, или УК-10, или УК-11 <i>или</i> УК.1	<i>Опрос.</i>

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые задания практических занятий:

*По разделу 2 «Строевая подготовка», по теме 4 «Строевые приемы и движение без оружия».*

Практические задания:

1. Выполнение строевых приемов и движение без оружия. «Строевая стойка», «Выполнение команд: «Становись», «Равняйся», «Смирно», «Вольно», «Заправиться», «Отставить», «Головные уборы - снять (надеть)». Выполнение «Поворотов на месте», «Движение строевым шагом, Движение на месте. Изменение скорости движения», «Поворотов в движении», «Воинского приветствия на месте и в движении». «Выход военнослужащего из строя и постановка в строй. Подход к начальнику и отход от него».

*По разделу 3 «Огневая подготовка из стрелкового оружия», по теме 6 «Назначение, боевые свойства, материальная часть и применение стрелкового оружия, ручных противотанковых гранатометов и ручных гранат».*

Практические задания:

2. Выполнение норматива по Огневой подготовке № 13 «Неполная разборка оружия»: 5,45 мм АК-74; 5,45 мм РПК-74; 9 мм ПМ и 40 мм РПГ-7.

3. Выполнение норматива по Огневой подготовке № 14 «Сборка оружия после неполной разборки»: 5,45 мм АК-74; 5,45 мм РПК-74; 9 мм ПМ и 40 мм РПГ-7.

*По разделу 3 «Огневая подготовка из стрелкового оружия», по теме 7 «Выполнение упражнений учебных стрельб из стрелкового оружия».*

Практические задания:

4. Выполнение норматива по Огневой подготовке № 1 «Изготовка к стрельбе из различных положений (лежа, с колена, стоя, из-за укрытия) при действиях в пешем порядке».

*По разделу 5 «Радиационная, химическая и биологическая защита», по теме 13 «Радиационная, химическая и биологическая защита».*

Практические задания:

5. Выполнение норматива Н-РХБЗ-1 «Надевание противогаза или респиратора».

6. Выполнение норматива Н-РХБЗ-4(а) «Надевание общевойскового защитного комплекта и противогаза по команде «Плащ в рукава, чулки, перчатки надеть», «Газы». Выполнение норматива Н-РХБЗ-4(б) «Надевание общевойскового защитного комплекта и противогаза»: по команде «Защитный комплект надеть», «Газы».

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Задачи огневой подготовки.
2. Основные понятия и определения, применяемые на занятиях по огневой подготовке.
3. Требования безопасности при обращении с оружием и боеприпасами.
4. Общие сведения о внутренней баллистике.
5. Общие сведения о внешней баллистике.
6. Назначение, состав, боевые характеристики, порядок работы частей и механизмов автомата АК-74.
7. Порядок неполной разборки и порядок сборки автомата АК-74.
8. Приемы стрельбы из автомата АК-74.
9. Назначение, состав, боевые характеристики, порядок работы частей и механизмов пулемета РПК-74.
10. Порядок неполной разборки и порядок сборки пулемета РПК-74.
11. Приемы стрельбы из пулемета РПК-74.
12. Назначение, состав, боевые характеристики, порядок работы частей и механизмов гранатомета РПГ-7.
13. Приемы стрельбы из гранатомета РПГ-7.
14. Назначение, состав, боевые характеристики, порядок работы частей и механизмов пистолета ПМ.
15. Порядок неполной разборки и порядок сборки пистолета ПМ.
16. Приемы стрельбы из пистолета ПМ.
17. Назначение, боевые характеристики и устройство ручных осколочных гранат.
18. Порядок работы механизма унифицированного запала ручной гранаты модернизированного (УЗРГМ).
19. Приемы и правила метания ручных осколочных гранат. Подготовка гранат к боевому применению.
20. Порядок чистки и смазки оружия.
21. Порядок проведения стрельб из стрелкового оружия и гранатометания.
22. Требования курса стрельб из стрелкового оружия к организации и проведению стрельб.
23. Помещения, предусмотренные для размещения роты.
24. Военские звания.
25. Ответственность военнослужащих.
26. Единоначалие. Командиры (начальники) и подчиненные.
27. Начальники и подчиненные. Старшие и младшие.
28. Приказ (приказание), порядок его отдачи и выполнения.
29. Назначение суточного наряда по роте, его состав и экипировка.
30. Назначение и состав караула.
31. Какие бывают караулы. Назначение внутренних (корабельных) караулов.
32. Кто такой часовой.
33. Порядок смены часовых.
34. Неприкосновенность часового.
35. Что запрещается часовому.
36. Пост, его оборудование.
37. Применение оружия часовым на посту.
38. Военская дисциплина ее сущность и значения.
39. Поощрения, применяемые к солдатам и сержантам.
40. Виды дисциплинарных взысканий.
41. Структура и предназначение Вооруженных Сил РФ, видов Вооруженных Сил, родов войск и специальных войск Сухопутных войск Вооруженных Сил РФ.

42. Сущность современного общевойскового боя, его характерные черты, основные принципы и способы ведения.
43. Состав мотострелкового отделения, взвода, роты.
44. Основные образцы вооружения и боевой техники мотострелкового отделения, взвода, роты их тактико-технические характеристики.
45. Определение и цель обороны. Условия перехода к обороне. Чем достигается устойчивость и активность обороны?
46. Боевые порядки подразделений в обороне, система огня и инженерное оборудование.
47. Понятие об оружии массового поражения и его виды.
48. Ядерное оружие, способы применения, его поражающие факторы и защита от них.
49. Химическое оружие, его боевые свойства, способы применения и защиты от него.
50. Общие сведения об оружии, основанном на новых физических принципах.
51. Биологическое оружие, его боевые свойства, способы применения и защиты от него.
52. Зажигательное оружие, его боевые свойства, способы применения и защиты от него.
53. Общевоисковые фильтрующие противогазы, респираторы, их устройство, порядок подбора и применения.
54. Изолирующие дыхательные аппараты их устройство и порядок использования.
55. Средства индивидуальной защиты кожи изолирующего типа, назначение состав, порядок использования.
56. Технические средства радиационной, химической, биологической разведки и контроля.
57. Средства специальной и санитарной обработки.
58. Задачи радиационной, химической и биологической защиты и мероприятия, обеспечивающие их выполнение.
59. Сигналы оповещения о радиационном, химическом, биологическом заражении и порядок действий по ним.
60. Окопы, траншеи, ходы сообщения, сооружения для ведения огня и наблюдения, возводимые на позициях и в районах мотострелковых подразделений.
61. Одиночные окопы для стрельбы из автоматов, пулемётов, их назначение, элементы, размеры, порядок устройства и оборудования.
62. Порядок отрывки и маскировки одиночных окопов для стрельбы лёжа, с колена, стоя.
63. Местность и ее значение в бою.
64. Тактические свойства местности, ее основные разновидности.
65. Сущность, способы и порядок ориентирования на местности без карты.
66. Определение сторон горизонта различными способами.
67. Измерение углов и расстояний на местности различными способами.
68. Магнитный азимут и его применение при движении.
69. Географические и прямоугольные координаты объектов по карте.
70. Личная гигиена военнослужащих.
71. Понятие об инфекционных заболеваниях и их возбудителях.
72. Источники инфекций. Пути распространения инфекционных заболеваний.
73. Меры личной профилактики заболеваний.
74. Основы гигиены питания и водопользования.
75. Табельные средства индивидуального медицинского оснащения личного состава их предназначение, порядок и правила пользования ими.
76. Понятие о ране. Наложение повязок при различных ранениях и кровотечениях.
77. Первая помощь при ранениях и кровотечениях.

78. Современный мир и тенденции его развития.
79. Характеристика современного мира. Критерии его оценки.
80. Роль и место России в современном мире.
81. Военная доктрина РФ: определение, что она собой представляет и чем достигается её реализация.
82. Основные черты военно-политической обстановки.
83. Основные понятия военной доктрины.
84. Опасности и угрозы безопасности Российской Федерации.
85. Основные внешние угрозы для РФ.
86. Основные внутренние угрозы для РФ.
87. Основные принципы обеспечения военной безопасности.
88. Понятие военной безопасности. Задачи государства в области обеспечения военной безопасности.
89. История создания и развития отечественной военной силы.
90. Основные положения федерального закона «Об обороне» (1996 г.).
91. Назначение, задачи Вооруженных Сил РФ, их место в системе государственных институтов.
92. Общеизвестные военные реформы, их краткая характеристика.
93. Уроки военных реформ и их учёт в процессе совершенствования ВС РФ.
94. Дни воинской славы России, порядок их проведения.
95. Основные этапы развития ВС РФ.
96. Задачи ВС РФ по обеспечению военной безопасности.
97. Предназначение, состав ВС РФ.
98. Цели применения ВС РФ.
99. Руководство и управление ВС РФ.
100. Правовой статус военнослужащих. Основные права и обязанности военнослужащих.
101. Военная служба как особый вид государственной службы.
102. Кто относится к гражданам, имеющим статус военнослужащего?
103. Что предусматривает воинская обязанность граждан РФ?
104. Ответственность военнослужащих.
105. Порядок прохождения военной службы сержантским и рядовым составом.
106. Запрещенные средства и методы ведения боевых действий.
107. Правовые основы военной службы в Российской Федерации.
108. Военная служба как особый вид государственной службы.
109. Дать определение «Строй» и «Фланг».
110. Дать определение «Шеренга» и «Линия машин».
111. Дать определение «Фронт» и «Тыльная сторона строя».
112. Дать определение «Интервал» и «Глубина строя».
113. Дать определение «Дистанция» и «Ширина строя».
114. Дать определение «Двухшереножный строй».
115. Дать определение «Ряд».
116. Дать определение «Одношеренговый и двухшеренговые строй».
117. Дать определение «Колона».
118. Дать определение «Развёрнутый строй».
119. Дать определение «Походный строй».
120. Дать определение «Направляющий».
121. Дать определение «Замыкающий».
122. Дать определение «Строевой и походный шаг».

*Перечень практических заданий к зачету:*

1. Выполнение строевых приемов и движение без оружия. «Строевая стойка», «Выполнение команд: «Становись», «Равняйся», «Смирно», «Вольно», «Заправиться», «Отставить», «Головные уборы - снять (надеть)». Выполнение «Поворотов на месте»,

«Движение строевым шагом, Движение на месте. Изменение скорости движения», «Поворотов в движении», «Воинского приветствия на месте и в движении». «Выход военнослужащего из строя и постановка в строй. Подход к начальнику и отход от него».

2. Выполнение норматива по Огневой подготовке № 1 «Изготовка к стрельбе из различных положений (лежа, с колена, стоя, из-за укрытия) при действиях в пешем порядке».

3. Выполнение норматива по Огневой подготовке № 13 «Неполная разборка оружия» 5,45 мм АК-74, 5,45 мм РПК-74, 9 мм ПМ.

4. Выполнение норматива по Огневой подготовке № 14 «Сборка оружия после неполной разборки» 5,45 мм АК-74, 5,45 мм РПК-74, 9 мм ПМ.

5. Выполнение норматива Н-РХБЗ-1 «Надевание противогаза или респиратора».

6. Выполнение норматива Н-РХБЗ-4(а) «Надевание общевойскового защитного комплекта и противогаза по команде «Плащ в рукава, чулки, перчатки надеть», «Газы»».

7. Выполнение норматива Н-РХБЗ-4(б) «Надевание общевойскового защитного комплекта и противогаза»: по команде «Защитный комплект надеть», «Газы».

#### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо	71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня			Менее 55

#### 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

##### Основная литература:

1. Военная доктрина Российской Федерации. - М: ИНФРА-М, 2023. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=425274>.

2. Федеральный закон от 28 марта 1998 года № 53-ФЗ «О воинской обязанности и военной службе». - М.: ИНФРА-М, 2022. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=416998>.
3. Федеральный закон от 27 мая 1998 года № 76-ФЗ «О статусе военнослужащих» службе». М.: ИНФРА-М, 2022. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=417313>.
4. Указ Президента РФ от 16.09.1999 № 1237 «Вопросы прохождения военной службы» (вместе с «Положением о порядке прохождения военной службы»). — URL: <https://base.garant.ru/180912/>.
5. Военно-инженерная подготовка: учебное пособие / В.С. Литовский, Д.В. Кузнецов. - Москва: ИНФРА-М, 2023. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=418930>.
6. Военно-инженерная подготовка: учебник / И.Ю. Лепешинский, В.А. Кутепов, В.В. Глебов [и др.]. - М.: ИНФРА-М, 2023. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=414876>.
7. Общая тактика: учебное пособие / В.Д. Горев, Н.А. Поздняков; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=344730>.
8. Огневая подготовка: учебное пособие / авторы-сост.: А.А. Кисляк, Н.А. Поздняков, В.Д. Горев; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2018. URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=344689>.
9. Тактическая подготовка курсантов учебных военных центров: учебник / Ю. Б. Байрамуков [и др.]; ред. Ю. Б. Торгованов. - 2-е изд., испр. и доп. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2018. URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=320910>.
10. Основы военной службы: строевая, огневая и тактическая подготовка, военная топография: учебник / В.Ю. Микрюков. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2023. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=422943>.
11. Общевоинские уставы Вооруженных Сил Российской Федерации. - 6-е изд., испр. и доп. - Москва: ИНФРА-М, 2022. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=413940>.
12. Материальная часть стрелкового оружия и гранатометов [Электронный ресурс]: [учеб. пособие] / К. С. Фокин, И. В. Фролов; [науч. ред. В. А. Ружа]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. - 2-е изд., стер. - М.: ФЛИНТА : Изд-во Урал. ун-та, 2017. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=303738>.
13. Радиационная, химическая и биологическая защита: учебное пособие / И.Ю. Лепешинский, В.А. Кутепов, В.П. Погодаев. - М.: ИНФРА-М, 2023. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=416866>.
14. Огневая подготовка: учебное пособие: в 2 частях. Часть 1. Нормативно-правовая база огневой подготовки. Материальная часть стрелкового оружия. Основы баллистики и стрельбы / А.Н. Ковальчук. - М.: ИНФРА-М, 2023. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=425489>.
15. Огневая подготовка: учебное пособие: в 2 частях. Часть 2. Обучение обращению с огнестрельным оружием в условиях оперативно-служебной деятельности / А.Н. Ковальчук. - М.: ИНФРА-М, 2023. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=425408>.
16. Топографическая подготовка: учебное пособие / А.А. Ильященко, А.Н. Ковальчук. - Москва: ИНФРА-М, 2023. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=424778>.
17. Эксплуатация стрелкового оружия: учеб. пособие / [К. С. Фокин, Н. Н. Кизюн, И. В. Фролов, Р. А. Иванов; под общ. ред. И. В. Фролова]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=421224>.
18. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / Ю.Н. Сычев. - М.: ИНФРА-М, 2022. — URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=388694>.

19      Общая тактика : учебник / Ю. Б. Байрамуков [и др.] ; под общ. ред. Ю. Б. Торгованова. – 2-е изд., испр. и доп. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=320854>.

#### **Дополнительная литература:**

1. Наставление по стрелковому делу / ред. Чайка В.М.- Москва: Воениздат, 1985.
2. Бызов Б.Е., Коваленко А.Н. Военная топография. Для курсантов учебных подразделений. - 2-е изд. - М.: Воениздат, 1990.
3. Военно-медицинская подготовка (для студентов медицинских институтов) / Под ред. Комарова Ф.И. - М.: Воениздат, 1989.
4. Основы первой доврачебной неотложной помощи пострадавшим: учеб. пособие / Алексеев А.В., Алексеева Д.А. - Ярославль: ООО «Хисториоф Пипл», 2008.
5. Учебник сержанта войск радиационной, химической и бактериологической защиты / Под ред. генерал-майора Мельника Ю.Р. - М., 2006.
6. Сборник нормативов по боевой подготовке сухопутных войск. - М.: Воениздат, 1984.
7. Попов В. И., Батюшкин С.А. Тактика. Батальон, рота. - М.: Воениздат, 2011.
8. Вооруженные силы зарубежных государств информ. аналит. сб. под ред. А.Н. Сидоркина. - М.: Воениздат «Вооруженные силы», 2009.

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- ЭБС ZNANIUM.COM
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)
- <http://www.mil.ru> - Министерство обороны Российской Федерации.
- <http://elibrary.ru>- крупнейшая российская электронная библиотека.

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта - <https://lms.kantiana.ru/>, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов соответствующее ПО и антивирусное программное обеспечение.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и групповых занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения - мультимедийной техникой, специализированными плакатами и стендами, демонстрационным оборудованием, меловой или маркерной доской.

Материально-техническая база для реализации дисциплины включает:

вооружение и военная техника, состоящие на вооружении Вооруженных Сил и подлежащие изучению (освоению) и (или) используемые в процессе обучения: 5,45-мм автоматы АК-74, массогабаритные макеты; 9-мм пистолеты ПМ, массогабаритные макеты; 5,45-мм пулеметы РПК-74, массогабаритные макеты; 40-мм подствольные гранатометы ГП-25,

массогабаритные макеты; 40-мм гранатомет РПГ-7 (7В), массогабаритный макет; индивидуальные средства защиты кожи и органов дыхания (общевойсковые защитные комплекты и фильтрующие противогазы, респираторы); приборы радиационной химической разведки и контроля; индивидуальные средства медицинской защиты и средства для оказания первой медицинской помощи при ранениях и травмах.

учебно-лабораторная база – специализированные классы:

- подготовки по общевоинским уставам;
- огневой подготовки из стрелкового оружия;
- тактической подготовки и военной топографии;
- подготовки по радиационной, химической и биологической защите;
- военно-медицинской подготовки;
- военно-политической подготовки.

полевая учебная база: наблюдательный пост, элементы взводных опорных пунктов, в том числе при видении боевых действий в населенном пункте, учебное поле по огневой подготовке; строевой плац, место несения службы во внутреннем наряде, тир (интерактивный лазерный тир);

информационные ресурсы (средства) обучения и материальная база для их использования: учебная библиотека, учебная и специальная литература, компьютерные программы, кино-, фото- и видеоматериалы, автоматизированные рабочие места с доступом к электронно-образовательному порталу;

объекты обеспечения образовательного процесса: комната для хранения оружия, строевой плац, место несения службы во внутреннем наряде, тир (интерактивный лазерный тир), складские и служебные помещения.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляется доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## Программа итоговой аттестации по модулю

Определение результатов освоения модуля на основе вычисления оценки по каждому элементу модуля.

Оценка по модулю рассчитывается по формуле:

$$R_j^{\text{мод}} = \frac{k_1 R_1 + k_2 R_2 + k_3 R_3 + \dots + k_n R_n + k_{\text{пр}} R_{\text{пр}} + R_{\text{кур}}}{k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_{\text{пр}}}$$

Где:

$R_j^{\text{мод}}$  – оценка по модулю

$k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  – зачетные единицы дисциплин, входящих в модуль

$k_{\text{пр}}$  – зачетные единицы по практике

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  – оценки по дисциплинам модуля

$R_{\text{пр}}$  – оценка по практике

$R_{\text{кур}}$  – оценка по курсовой работе

В случае, если по дисциплине предусмотрен зачет без оценки, то за оценку по дисциплине принимается «5».

В случае, если по модулю применяется балльно-рейтинговая система, то

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  – рейтинговые баллы студента по дисциплинам модуля

$R_{\text{пр}}$  – рейтинговые баллы студента по практике

$R_{\text{кур}}$  – рейтинговые баллы студента по курсовой работе

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила  
Канта»  
**ОНК «Институт высоких технологий»  
Высшая школа нанотехнологий и инженерии**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Модуль коммуникационный»**

**Шифр: 16.03.01**

**Направление подготовки: Техническая физика**

**Профиль: Прикладная физика наукоемких производств**

**Квалификация (степень) выпускника: Физик. Инженер-физик**

Калининград  
2024

## Лист согласования

**Составитель:** Остапенко А.А., кандидат филологических наук, доцент ОНК «Институт образования и гуманитарных наук»

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»  
Протокол № 15 от «7» марта 2024г.

Председатель Ученого совета ОНК  
«Институт высоких технологий»  
Руководитель ОНК «Институт высоких технологий», д. ф.-м. н., профессор

Юров А. В.

Руководитель образовательных программ

Кулик А. Д.

## Содержание

1. Наименование дисциплины/модуля «Модуль коммуникационный».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
  - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
  - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
  - 8.3. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

## 1. Наименование дисциплины (модуля): «Коммуникационный модуль»

*Цель освоения дисциплины (модуля)* — овладение основами как бытовой, так и деловой коммуникации путем совершенствования навыков всех видов речевой деятельности (чтения, письма, говорения, слушания).

*Задачи изучения дисциплины (модуля):*

- повысить уровень общей культуры и грамотности, уровень гуманитарного мышления;
- усвоить блок теоретических понятий и терминов, необходимых в сфере коммуникации;
- сформировать четкое представление о возможностях и богатстве родного языка, которое поможет расширить общегуманитарный кругозор, опирающийся на владение богатым коммуникативным, познавательным, и эстетическим потенциалом русского языка.;
- сформировать умение видеть коммуникативные, логические и речевые ошибки и не допускать их в своей речи;
- научить строить грамотные и эффективные тексты как в письменной, так и в устной форме в соответствии с условиями, ситуацией и задачами общения.
- сформировать у студентов представление об основных знаниях, умениях и навыках, необходимых специалисту в области коммуникации, для успешной работы по своей специальности в сфере делового общения.
- сформировать основы знаний по теории деловой коммуникации и практических навыков по их целенаправленной речевой деятельности как носителей русского языка.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен к формированию собственного жизненно-образовательного маршрута на основе критического мышления, целеполагания, стратегии достижения цели (в том числе в проектном типе деятельности) в условиях создания безопасной среды, с учетом традиционных российских духовно-нравственных ценностей и целей национального развития, в процессе социального взаимодействия	УК-1.3 Использует оптимальные способы для решения определенного круга задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения	<b>Знать:</b> основные стратегии выстраивания траекторий саморазвития <b>Уметь:</b> управлять своим временем и выстраивать траекторию саморазвития. <b>Владеть:</b> навыками саморазвития

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Модуль коммуникационный» представляет собой сквозной модуль для разных программ бакалавриата 3 курса.

### 4. Виды учебной работы по дисциплине

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий.

### 5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины/ модуля	Основные понятия (категории) и проблемы, рассматриваемые в теме
1	Тема 1. Коммуникативные модели. Виды и типы коммуникации	Русский язык в начале XXI века: функции языка и глобальные коммуникативные формации; норма и «не-норма»: динамика языковой правильности. Понятие литературного языка. Нормативный, коммуникативный и этический аспекты устной и письменной речи. Основные единицы общения. Основные направления совершенствования навыков грамотного письма и говорения. Роль языковой нормы в становлении и функционировании литературного языка. Типы норм. Типы словарей. Принципы выделения стилей. Взаимодействие стилей.
2	Тема 2. Человек в мире знаков: вербальная и невербальная коммуникация. Языковая норма	Моделирование коммуникации: коммуникативные модели, коммуникативные ситуации, коммуникативные роли. Шумы и барьеры в общении. Стратегии и тактики коммуникации.
3	Тема 3. Психология коммуникации	Характеристики коммуникативной личности (эго-состояния); психология диалога; коммуникативная позиция и коммуникативное равновесие. Теория коммуникативных ролей. Треугольник Карпмана.
4	Тема 4. Культура официально-деловой речи	Язык и стиль распорядительных документов. Язык и стиль коммерческой корреспонденции. Язык и стиль инструктивно-методических документов. Языковые нормы делового стиля. Сфера функционирования, жанровое разнообразие. Типы документов. Языковые формулы

		официальных документов. Реклама в деловой речи. Речевой этикет в документе.
5	Тема 5. Публичное выступление. Устная деловая коммуникация: средства и организация	Голос, дыхательные гимнастики, структурирование текста, работа с аргументами, убеждающее выступление, словесная импровизация. Особенности устной публичной речи. Оратор и его аудитория. Типы аргументов. Композиция выступления. Подготовка речи. Словесное оформление публичного выступления. Понятливость, информативность и выразительность публичной речи. Особенности устной специально ориентированной коммуникации. Условия и формы устной официально-деловой коммуникации. Параметры устной коммуникации в официально-деловой сфере. Организация типовых устных текстов. Этико-лингвистические особенности телефонной коммуникации. Деловое совещание: лингвистический аспект. Интервью: психолингвистические особенности. Устная публичная речь. Презентация. Эффективная презентация. приемы работы с текстом, мультимедиа и другими средствами популяризации информации
6	Тема 6. Этические нормы делового общения	Теоретические предпосылки становления этики делового общения. Нравственные эталоны и образцы поведения руководителя. Деловая этика и её специфика. Этические принципы деловой коммуникации. Развитие деловой культуры в России и за рубежом. Общие черты современного российского предпринимательства. Современные взгляды на место этики в деловом общении: возможное противоречие между этикой и бизнесом. Кодекс предпринимательской этики. Основы деловой этики. Особенности этики делового общения в западноевропейской культурной традиции. Расширение содержания этики деловых отношений: этика бизнеса и социальная ответственность (в области здравоохранения, социальной за щиты, общественной безопасности, защиты гражданских прав, интересов потребителя, защиты среды обитания ит. д.). Типология конфликтов. Стадии развития конфликта. Понятие конфликта. Классификация конфликтов в бизнесе: внутри-личностные, межличностные, между личностью и организацией; горизонтальные, вертикальные, смешанные и др.
7	Тема 7. Условия успешности общения. Речевое взаимодействие	Успешность коммуникации: коммуникативный кодекс, коммуникативные качества речи, коммуникативная компетенция. Сложная аудитория, «вредные слушатели», цепляющие приемы, метасообщение, конгруэнтное сообщение (кейсы). Современная интерпретация риторического канона. Семиотические предпосылки речевого взаимодействия. Базовые стратегии интерпретации действительности. Взаимодействие в речи как деятельность. Манипулятивные процессы. Стратегия как способ прогнозирования.

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий *лекционного* типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

Тема 1. Коммуникативные модели. Виды и типы коммуникации

Тема 2. Человек в мире знаков: вербальная и невербальная коммуникация. Языковая норма

Тема 3. Психология коммуникации

Тема 4. Культура официально-деловой речи

Тема 5. Публичное выступление. Устная деловая коммуникация: средства и организация

Тема 6. Этические нормы делового общения

Тема 7. Условия успешности общения. Речевое взаимодействие

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*Тема 1. Коммуникативные модели. Виды и типы коммуникации:*

1.1. Работа с голосом (тон, тембр, резонаторы).

1.2. Работа над языковыми нормами.

1.3. Выявление симптомов, символов и знаков в невербальном общении.

*Тема 2. Человек в мире знаков: вербальная и невербальная коммуникация. Языковая норма*

2.1. Определение основных моделей

2.2. Коммуникативное равновесие

2.3. Определение типов информации

*Тема 3. Психология коммуникации*

3.1. Типы восприятия

3.2. Транзактный анализ

3.3. Четырехфакторная модель сообщения

3.4. Виды слушания

3.5. Ассертивное принятие критики

*Тема 4. Культура официально-деловой речи*

4.1. Общая характеристика официально-делового стиля: сфера применения, подстили и жанры.

4.2. Языковые и текстовые нормы официально-делового стиля. Языковые формулы официальных документов. Интернациональные свойства русской официально-деловой письменной речи.

4.3. Типы документов. Язык и стиль распорядительных документов

*Тема 5. Публичное выступление. Устная деловая коммуникация: средства и организация*

5.1. Оратор и его аудитория.

5.2. Подготовка речи: выбор темы, цель речи, основные приемы поиска материала.

5.3. Композиция публичного выступления.

5.4. Приемы изложения и объяснения содержания речи.

5.5. Аргументация в ораторской речи.

5.6. Монолог и диалог в публичных выступлениях.

5.7. Речевые тактики и стратегия общения.

*Тема 6. Этические нормы делового общения*

6.1. Этические нормы и этические кодексы

6.2. Вербальный и невербальные особенности

6.3. Этические принципы деловой коммуникации в странах Европы, Америки и Азии

Тема 7. Условия успешности общения. Речевое взаимодействие

7.1. Контакт оратора с аудиторией.

7.2. Как повысить интерес слушателей к выступлению?

7.3. Как готовиться к выступлению.

7.4. Оценка эффективности публичного выступления.

Требования к самостоятельной работе студентов:

*Выполнение домашнего задания по темам дисциплины, выдаются на практических занятиях.*

## 7. Методические рекомендации по видам занятий

### Лекционные занятия

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

### Практические и семинарские занятия

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

### Самостоятельная работа

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

## 8. Фонд оценочных средств

### 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанной компетенции при изучении дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

	Индекс контроли-	Оценочные средства по этапам формирования компетенций	
--	------------------	---	--

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	руемой компетенции (или её части)	текущий контроль по дисциплине	рубежный контроль по дисциплине	итоговый контроль по дисциплине	Текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Коммуникативные модели. Виды и типы коммуникации.	УК-1	Работа на практических занятиях	Подготовка хрии	зачет	устно; электронно (портал БРС)
Тема 2. Человек в мире знаков: вербальная и невербальная коммуникация. Языковая норма.	УК-1	Работа на практических занятиях	Собеседование	зачет	устно; электронно (портал БРС)
Тема 3. Психология коммуникации	УК-1	Работа на практических занятиях	Проверка конспектов, круглый стол, эссе	зачет	устно; электронно (портал БРС)
Тема 4. Культура официально-деловой речи	УК-1	Работа на практических занятиях	Активность на занятиях. Участие во фронтально-коллективной и групповой формах работы.	зачет	устно; электронно (портал БРС)
Тема 5. Этические нормы делового общения	УК-1	Работа на практических занятиях	устные ответы, участие в дискуссии, письменные работы	зачет	устно; электронно (портал БРС); создание проекта
Тема 6. Публичное выступление. Устная деловая коммуникация: средства и организация.	УК-1	Работа на практических занятиях	устные ответы, участие в дискуссии, письменные работы	зачет	Проектная деятельность
Тема 7. Условия успешности общения. Речевое взаимодействие.	УК-1	Работа на практических занятиях	устные ответы, участие в дискуссии, письменные работы	зачет	Проектная деятельность

## 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности процессе текущего контроля

*Например,*

1. Вот результаты эксперимента. Хорошенькая журналистка останавливала мужчин-туристов в центре города, на мосту, брала интервью и невзначай оставляла свой телефон. В другом случае она делала то же самое, но на подвесном мостике, перекинутом

в горах через бурлящей в ущелье поток. После экспериментов ей позвонили, соответственно, 2 и 8 мужчин. Почему?

2. Объясните почему именно так рекомендуется поступать при тренировке щенков:

- учить щенка лучше на голодный желудок;
- когда учат его приходить на зов – стараются уходить (а не приближаться к щенку);
- поощряют щенка только за выполненные действия, а не «за старание», которое он прилагает;
- когда собака начнёт подходить на зов, начинают чередовать поощрения: то кусочек колбасы, то просто поглаживание ...

3. В застойное время на одном из предприятий рабочие выносили детали через проходную. Начальник охраны разместился в помещении над проходной с биноклем и телефоном – так он сообщал подчинённым обыскать тех рабочих, кто поправлял что-то под пальто на подходе к проходной... И почти всегда его указание приносило «улов». На каком эффекте были основаны действия начальника?

4. Дайте комментарий: почему эстрадные исполнители добиваются, чтобы на их концертах публика им подпевала, хлопала, раскачивалась и т.п.?

5. Почему торговцы на восточном базаре стремятся, чтобы покупатель непременно взял их товар в руку?

6. Часто западные продукты, (йогурт, сыр, сырки), расфасованы в упаковки объёмом, чуть меньше необходимого для насыщения питающегося. Какую цель ставят изготовители продуктов и на каком психофизиологическом эффекте основано решение?

7. Невский проспект. Художник продаёт картины за 15 руб. Никто не покупает... Тогда он вставляет под стекло 100 рублёвую купюру – и указывает цену 115 руб. Картины начинают раскупаться. Почему?

8. Банк в американском штате Канзас подвергся удачному нападению... голого грабителя. А крупный магазин в Голландии разграбили ясным днём шесть дам, обнажённых до пояса. На что рассчитывали грабители?

9. В Швейцарских Альпах путника призывают не рвать цветы. Но призывы эти сделаны с учётом национальных стереотипов. Определите, какая надпись выполнена по-немецки, по-английски и по-французски: «Наслаждайтесь цветами, но не обрывайте их!»; «Пожалуйста, не рвите цветы!»; «Цветы не рвать».

10. Есть деревенский способ лечения больного зуба: надо просто придти в полночь на кладбище и грызть этим зубом свечку на церковной паперти. Проверено: боль проходит. Почему?

11. Как объяснить «закон цирка»: артисту нельзя уходить с манежа, не выполнив неудавшийся с первого раза трюк?

12. Почему в лондонском метро (а затем и в других городах и странах) таблички «НЕТ ВЫХОДА», заменили на «ВЫХОД РЯДОМ»?

13. Как, с точки зрения учения о доминанте А.А. Ухтомского, объяснить известный эффект: когда спешишь в толпе, то буквально «все мешают»?

14. Донорство – уважаемая во всём мире деятельность. Предложите меры по ВОЗВЫШЕНИЮ имиджа доноров в глазах общества, затратив на это минимум государственных средств...

15. Почему даже очень популярный артист должен время от времени кланяться публике?

16. Писатель Д. Хармс говорил: «Телефон у меня простой 32-08. Запомнить легко: тридцать два зуба и восемь пальцев». Факт: после этого люди запоминали этот номер хорошо. Объясните – почему?

17. Прокомментируйте, почему срабатывает на прохожих фраза удачливого нищего: «Дайте мне 5 рублей, а я Вам 10 ... (пауза) спасибо».

18. В США законодательно запрещены заверения типа «Наша фирма – лучшая». Обходя это ограничение сотрудники крупнейшей компании по прокату автомобилей носят значки с надписью, начинающейся так: «Мы в своём бизнесе – вторые ...» Что же написано на значке дальше?

### 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. История, современное состояние и перспективы развития официально-делового стиля русского языка.
2. Официально-деловой стиль в системе стилей современного русского литературного языка.
3. Общелитературная норма и стилевое своеобразие деловой речи. Проблема канцелярита. Основные жанры служебных документов. Взаимодействие жанра и стиля.
4. Цифровая информация в текстах служебных документов.
5. Географические названия; наименования учреждений, предприятий, организаций, должностей, документов в текстах служебных документов (проблемы использования прописных букв и кавычек).
6. Порядок слов и строение предложения в текстах служебных документов.
7. Композиция текста документа. Понятие этикетной рамки.
8. Логические основы композиции текста документа. Правила деления понятий.
9. Логические правила дефиниции. Ошибки в определениях.
10. Логические правила аргументации. Приемы проверки аргументов.
11. Основные принципы работы редактора. Специфика редактирования текстов служебных документов.
12. Основные принципы возвышения имиджа.
13. Характерные черты и значение рекламы и антирекламы в процессе коммуникативного взаимодействия.
14. Принцип обратной связи. Организация деятельности приёмных и отделов жалоб и обращений граждан.
15. Функции, задачи и порядок работы пресс-центра.
16. Виды и типы активного слушания.
17. Условия успешности общения. Коммуникативные качества речи.
18. Этические кодексы и способы их восприятия.
19. Симптомы, символы и знаки в невербальной коммуникации.
20. Структура публичного сообщения. Способы работы с «трудной аудиторией».

### 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных	отлично	зачтено	86-100

		методов, приемов, технологий			
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

## 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### Основная литература

1. Иванов А. Аутентичная коммуникация: Практика честного и бережного общения [Текст]: практическое руководство / А. Иванов, С. Шедина, 2022. - 1 on-line, 204 с. ЭУ.
2. Паудяль Н. Ю. Культура речи и деловое общение [Текст]: учебное пособие / Н. Ю. Паудяль, Л. В. Филиндаш; ред. Л. В. Филиндаш, 2023. - 1 on-line, 526 с. ЭУ.

### Дополнительная литература

1. Михальская А. К. Риторика [Текст]: учебник / А. К. Михальская, 2023. - 1 on-line, 480 с. ЭУ.

## 10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН

- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- установленное на рабочих местах студентов соответствующее ПО и антивирусное программное обеспечение.

### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.