

**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**

«Дизайн умных материалов»

**Шифр: 03.04.02**

**Направление подготовки: Физика**

**Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»**

**Квалификация выпускника: Физик-исследователь**

## Лист согласования

**Составители:** Кристина Александровна Гриценко, к.ф.-м.н., Директор ВШ Нанотехнологий и инженерии, научный сотрудник НОЦ «Умные материалы и передовые технологии»; Моторжина Анна Владимировна, младший научный сотрудник НОЦ «Умные материалы и передовые технологии»

Протокол № 15 от «7»\_марта\_2024г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.  
Директор ВШ Нанотехнологий и инженерии

А.В. Юров  
К.А. Гриценко

## Содержание

1. Название образовательного модуля
2. Характеристика образовательного модуля
3. Методические указания для обучающихся по освоению модуля
4. Программы дисциплин образовательного модуля
  - 4.1. Программа дисциплины «Избранные главы физики твердого тела»
  - 4.2. Программа дисциплины «Физическая химия наночастиц»
  - 4.3. Программа дисциплины «Поверхностные явления»
  - 4.4. Программа дисциплины «Микроскопия: методы визуализации в микро- и наномасштабе»
  - 4.5. Программа дисциплины «Избранные главы оптики и фотоники»
  - 4.6. Программа дисциплины «Материаловедение и технологии наноматериалов»
  - 4.7. Программа дисциплины «Современные научные методы. Эксперимент»
  - 4.8. Программа дисциплины «Физика наноматериалов и наноструктур»
  - 4.9. Программа дисциплины «Наноматериалы и биологические системы. Бионанотехнологии»
  - 4.10. Программа дисциплины «Мультиферроики и умные материалы»
  - 4.11. Программа дисциплины «Аддитивные технологии»
  - 4.12. Программа дисциплины «Избранные главы биологии и химии»
  - 4.13. Программа дисциплины «Приложения магнитных материалов»
  - 4.14. Программа дисциплины «Проектирование цифровых схем»
5. Программа практики
6. Программа итоговой аттестации по модулю

## 1. Название модуля: «Дизайн умных материалов»

### 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:

1. Изучить основные принципы и подходы к дизайну умных материалов, включая их классификацию, свойства и области применения.
2. Познакомиться с современными методами и технологиями создания умных материалов, такими как нанотехнологии, микроэлектроника, биомедицина и др.
3. Научиться анализировать свойства умных материалов и определять их пригодность для конкретных задач и условий эксплуатации.
4. Освоить методы моделирования и прогнозирования поведения умных материалов в различных условиях, включая экстремальные температуры, давление, влажность и т. д.
5. Исследовать возможности интеграции умных материалов с другими технологиями, такими как искусственный интеллект, интернет вещей (IoT) и большие данные.

#### 2.2. Образовательные результаты выпускника

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-1</i> Способен разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.	<i>ПК-1.1</i> Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. <i>ПК-1.2</i> Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. <i>ПК-1.3</i> Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.	<b>Знать:</b> Основные принципы и подходы к дизайну умных материалов, включая их классификацию, свойства и области применения. Современные методы и технологии создания умных материалов: нанотехнологии, микроэлектроника, биомедицина и др. <b>Уметь:</b> Анализировать свойства умных материалов и определять их пригодность для конкретных задач. <b>Владеть:</b> Методами анализа свойств умных материалов. Методами моделирования и прогнозирования поведения умных материалов.
<i>ПК-2</i> Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические	<i>ПК-2.1</i> Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства	<b>Знать:</b> Методы анализа свойств умных материалов и определения их пригодности для конкретных задач и условий эксплуатации. Методы моделирования и прогнозирования поведения

<p><i>процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i></p>	<p><i>ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования</i>  <i>ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i></p>	<p>умных материалов в различных условиях.  <b>Уметь:</b> Моделировать и прогнозировать поведение умных материалов в различных условиях.          Разрабатывать проекты умных материалов с заданными свойствами.  <b>Владеть:</b> Навыками тестирования и оптимизации проектов.</p>
<p><i>ПК-3</i>  <i>Способен организовывать контроль и техническое сопровождение разработки материалов для выбранных приложений и технологических процессов конкретных производств</i></p>	<p><i>ПК-3.1 Организовывает входной контроль материалов, сырья и оборудования, необходимого для выполнения поставленной задачи.</i>  <i>ПК-3.2 Организовывает проведение и контроль метрологических испытаний предлагаемого технологического решения.</i>  <i>ПК-3.3 Организовывает техническое сопровождение этапов испытания и производства в соответствии с предлагаемым технологическим решением в лабораторных условиях и на производстве.</i></p>	<p><b>Знать:</b> Основы интеграции умных материалов с другими технологиями: искусственный интеллект, интернет вещей (IoT) и большие данные.          Перспективы развития рынка умных материалов.          Принципы разработки проектов умных материалов с заданными свойствами и характеристиками.          Основы тестирования и оптимизации проектов умных материалов.  <b>Уметь:</b> Интегрировать умные материалы с другими технологиями.  <b>Владеть:</b> Способностью интегрировать умные материалы с другими технологиями.</p>

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

Освоение дисциплин модуля закладывает базу для будущей профессиональной деятельности в сфере 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности. 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.

### 4. Программы дисциплин модуля

**1. Наименование дисциплины:** «Избранные главы физики твердого тела».

Цель дисциплины: формирование у студентов знаний в области базовых физических принципов проявления свойств материалов, а также технологических методов применения этих свойств.

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

<b>Код компетенции</b>	<b>Результаты освоения ООП, содержание компетенций</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</b>
<b>ПК-1</b>	ПК-1.1 Способен разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.	З1: Знание методов анализа и контроля функциональных материалов и систем; У1: Умение проводить исследования и разработки в области физики и технологии функциональных материалов; В1: Владение опытом использования методов синтезирования, анализа и контроля функциональных материалов, и проведения исследований и разработок в области функциональных материалов.

**3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Избранные главы физики твердого тела» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным модулям.

**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>Введение. Основные термины и определения предмета «Функциональные материалы»</i>	<i>Определение термина «функциональные материалы». Ключевые понятия термина «функциональные материалы». Классификации функциональных материалов по принципу их применения. Свойства материалов. Воздействия и реакции. Электрические, магнитные, тепловые и упругие свойства.</i>

		<i>Взаимосвязь между свойствами. Треугольники взаимосвязей</i>
2	<i>Электрические свойства материалов. Применение электрических свойств</i>	<i>Электрические свойства материалов. Реакция материалов на электрическое поле: металлы диэлектрики и полупроводники. Поляризация диэлектриков. неполярные, полярные, ионные диэлектрики. сегнетоэлектрики. Свойства сегнетоэлектриков. Макроскопические механизмы сегнетоэлектрического эффекта. Титанат баррия. Спонтанная поляризация. Применение диэлектриков: конденсаторы, оптические преобразователи. Применение сегнетоэлектрических материалов. Вариконды, элементы памяти.</i>
3	<i>Магнитные свойства материалов. Применение магнитных свойств</i>	<i>Магнитный момент и намагниченность. Магнитные квантовые числа в квантовой механике: спин и момент количества движения. Магнитный момент твердотельных материалов. Материалы во внешнем магнитном поле. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Природа диамагнетизма. Природа парамагнетизма. Природа ферромагнетизма, спонтанная намагниченность. Точка Кюри. Применение ферромагнетиков. Спинтроника. Антиферромагнетики и ферримагнетики.</i>
4	<i>Тепловые и упругие свойства материалов. Применение</i>	<i>Тепловые свойства материалов. Теплопроводность. Температуропроводность. Теплоёмкость. Основное уравнение теплопроводности. Уравнение теплопроводности в интегральном и дифференциальном виде. Примеры граничных условий для решения уравнений теплопроводности. Упругие свойства материалов. Деформации. Тензор напряжений. Связь между деформациями и напряжениями. Закон Гука. Сегнетоэластики. Микроскопическая природа сегнетоэластического эффекта. Общие закономерности электрического, магнитного и упругого упорядочения твёрдых тел. Применение сегнетоэластиков.</i>
5	<i>Магнитоэлектрические эффекты в твердотельных материалах. Применение магнитоэлектрических эффектов</i>	<i>Магнитоэлектрический эффект. Основные количественные соотношения и микроскопический механизм явления. Симметрия кристаллов и магнитоэлектрический эффект. Микроскопические механизмы явления. Сегнетомагнитный эффект. Понятие о мультиферроиках. Сегнетомагнетики первого и второго рода. Применение магнитоэлектрического эффекта. Применение сегнетомагнетиков. Эффект Холла.</i>



6	Магнитоупругие явления. Применение магнитоупругих явлений.	Явление магнитострикции. Магнитострикция парапроцесса. Спонтанная магнитострикция. Микроскопические механизмы магнитострикции. Дипольная магнитострикция. Обменная магнитострикция. Одноионная магнитострикция. Описание спонтанной магнитострикции. Фазовые переходы первого и второго рода. Магнитоупругий эффект. Магнитоупругий эффект в области технического
7	Электромеханические явления. Применение электромеханических явлений	Электромеханические явления. Эффект электрострикции. Упругие напряжения в эффекте электрострикции. Прямой и обратный пьезоэлектрические эффекты. Микроскопические механизмы пьезоэффекта. Тензорезистивный эффект (пьезорезистивный эффект). Применение пьезоэлектрических материалов. Электрические фильтры, генераторы электрических сигналов. Кварцевый генератор. Пьезоэлектрические сенсоры и датчики. Пьезоэлектрические актюаторы. Пьезотрансформаторы.
8	Термоэлектрические явления. Применение термоэлектрических явлений.	Эффект Зеебека. Эффект Пельтье. Механизмы эффекта Зеебека. Основные количественные характеристики эффекта Зеебека. Эффект Зеебека в металлах, диэлектриках и полупроводниках. Эффект Зеебека и тип проводимости материала. Применение эффекта Зеебека: источники питания. Основные характеристики источников питания на эффекте Зеебека. Термоэлектрическая добротность. Пути повышения термоэлектрической добротности. Измерение коэффициента Зеебека.
9	Магнитотепловые явления. Применение магнитотепловых явлений.	Термомагнитные явления. Магнитокалорический эффект. Механизмы магнитокалорического эффекта. Основные энергетические соотношения. Применение магнитокалорического эффекта. Магнитное охлаждение. Цикл Карно и цикл Стирлинга. Пиромагнитный эффект.
10	Эластокалорические и мультикалорические эффекты	Температурные напряжения. Термоупругий эффект. Эластокалорический эффект. Основные различия эластокалорического и термоупругого эффектов. Эластокалорический эффект на основе фазовых превращений мартенсит/аустенит. Эластокалорический эффект на основе магнитострикционного фазового перехода. Эластокалорический эффект на основе сегнетоэластических материалов. Концепция мультикалорического эффекта.

## 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): Введение. Основные термины и определения предмета «Функциональные материалы» Электрические свойства материалов. Применение электрических свойств Магнитные свойства материалов. Применение магнитных свойств Тепловые и упругие свойства материалов. Применение Магнитоэлектрические эффекты в твердотельных материалах. Применение магнитоэлектрических эффектов Магнитоупругие явления. Применение магнитоупругих явлений. Электромеханические явления. Применение электромеханических явлений Термоэлектрические явления. Применение термоэлектрических явлений. Магнитотепловые явления. Применение магнитотепловых явлений. Эластокалорические и мультикалорические эффекты Рекомендуемая тематика практических занятий:

*Тема 1: Введение. Основные термины и определения предмета «Функциональные материалы»*

*Определение термина «функциональные материалы». Ключевые понятия термина «функциональные материалы». Классификации функциональных материалов по принципу их применения. Свойства материалов. Воздействия и реакции. Электрические, магнитные, тепловые и упругие свойства. Взаимосвязь между свойствами. Треугольники взаимосвязей.*

*Тема 2: Электрические свойства материалов. Применение электрических свойств.*

*Электрические свойства материалов. Реакция материалов на электрическое поле: металлы диэлектрики и полупроводники. Поляризация диэлектриков. неполярные, полярные, ионные диэлектрики. сегнетоэлектрики. Свойства сегнетоэлектриков. Макроскопические механизмы сегнетоэлектрического эффекта. Титанат барриера. Спонтанная поляризация. Применение диэлектриков: конденсаторы, оптические преобразователи. Применение сегнетоэлектрических материалов. Вариконды, элементы памяти.*

*Тема 3: Магнитные свойства материалов. Применение магнитных свойств.*

*Магнитный момент и намагниченность. Магнитные квантовые числа в квантовой механике: спин и момент количества движения. Магнитный момент твердотельных материалов. Материалы во внешнем магнитном поле. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Природа диамагнетизма. Природа парамагнетизма. Природа ферромагнетизма, спонтанная намагниченность. Точка Кюри. Применение ферромагнетиков. Спинтроника. Антиферромагнетики и ферримагнетики.*

*Тема 4: Тепловые и упругие свойства материалов. Применение.*

*Тепловые свойства материалов. Теплопроводность. Температуропроводность. Теплоёмкость. Основное уравнение теплопроводности. Уравнение теплопроводности в интегральном и дифференциальном виде. Примеры граничных условий для решения уравнений теплопроводности. Упругие свойства материалов. Деформации. Тензор напряжений. Связь между деформациями и напряжениями. Закон Гука. Сегнетоэластики. Микроскопическая природа сегнетоэластического эффекта. Общие закономерности электрического, магнитного и упругого упорядочения твёрдых тел. Применение сегнетоэластиков.*

*Тема 5: Магнитоэлектрические эффекты в твердотельных материалах. Применение магнитоэлектрических эффектов.*

*Магнитоэлектрический эффект. Основные количественные соотношения и микроскопический механизм явления. Симметрия кристаллов и магнитоэлектрический эффект. Микроскопические механизмы явления. Сегнетомагнитный эффект. Понятие о мультиферроиках. Сегнетомагнетики первого и второго рода. Применение магнитоэлектрического эффекта. Применение сегнетомагнетиков. Эффект Холла.*

*Тема 6: Магнитоупругие явления. Применение магнитоупругих явлений.*

*Явление магнитострикции. Магнитострикция парапроцесса. Спонтанная магнитострикция. Микроскопические механизмы магнитострикции. Дипольная магнитострикция. Обменная магнитострикция. Одноионная магнитострикция. Описание спонтанной магнитострикции. Фазовые переходы первого и второго рода. Магнитоупругий эффект. Магнитоупругий эффект в области технического намагничивания. Магнитоупругий эффект парапроцесса. Механострикция. Аномалия модуля упругости, обусловленная механострикцией парапроцесса. Пьезомагнетизм. Применение магнитострикционных явлений. Источники звука. Фильтры, линии задержки. Датчики и механизмы перемещений.*

*Тема 7: Электромеханические явления. Применение электромеханических явлений.*

*Электромеханические явления. Эффект электрострикции. Упругие напряжения в эффекте электрострикции. Прямой и обратный пьезоэлектрические эффекты. Микроскопические механизмы пьезоэффекта. Тензорезистивный эффект (пьезорезистивный эффект). Применение пьезоэлектрических материалов. Электрические фильтры, генераторы электрических сигналов. Кварцевый генератор. Пьезоэлектрические сенсоры и датчики. Пьезоэлектрические актюаторы. Пьезотрансформаторы.*

*Тема 8: Термоэлектрические явления. Применение термоэлектрических явлений.*

*Эффект Зеебека. Эффект Пельтье. Механизмы эффекта Зеебека. Основные количественные характеристики эффекта Зеебека. Эффект Зеебека в металлах, диэлектриках и полупроводниках. Эффект Зеебека и тип проводимости материала. Применение эффекта Зеебека: источники питания. Основные характеристики источников питания на эффекте Зеебека. Термоэлектрическая добротность. Пути повышения термоэлектрической добротности. Измерение коэффициента Зеебека.*

*Тема 9: Магнито-тепловые явления. Применение магнито-тепловых явлений.*

*Термомагнитные явления. Магнитокалорический эффект. Механизмы магнитокалорического эффекта. Основные энергетические соотношения. Применение магнитокалорического эффекта. Магнитное охлаждение. Цикл Карно и цикл Стирлинга. Пиромагнитный эффект.*

*Тема 10. Эластокалорические и мультикалорические эффекты*

*Температурные напряжения. Термоупругий эффект. Эластокалорический эффект. Основные различия эластокалорического и термоупругого эффектов. Эластокалорический эффект на основе фазовых превращений мартенсит/аустенит. Эластокалорический эффект на основе магнито-стрикционного фазового перехода. Эластокалорический эффект на основе сегнетоэластических материалов. Концепция мультикалорического эффекта.*

*Требования к самостоятельной работе студентов*

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Основные термины и определения предмета «Функциональные материалы», Электрические свойства материалов. Применение электрических свойств Магнитные свойства материалов. Применение магнитных свойств Тепловые и упругие свойства материалов. Применение Магнитоэлектрические эффекты в твердотельных материалах. Применение магнитоэлектрических эффектов Магнитоупругие явления. Применение магнитоупругих явлений. Электромеханические явления. Применение электромеханических явлений Термоэлектрические явления. Применение термоэлектрических явлений. Магнито-тепловые явления. Применение магнито-тепловых явлений. Эластокалорические и мультикалорические эффекты.*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Основные термины и определения предмета «Функциональные материалы», Электрические свойства материалов. Применение электрических свойств Магнитные свойства материалов. Применение магнитных свойств Тепловые и упругие свойства материалов. Применение Магнитоэлектрические эффекты в твердотельных материалах. Применение магнитоэлектрических эффектов Магнитоупругие явления. Применение*

магнитоупругих явлений. Электромеханические явления. Применение электромеханических явлений. Термоэлектрические явления. Применение термоэлектрических явлений. Магнитотепловые явления. Применение магнитотепловых явлений. Эластокалорические и мультикалорические эффекты.

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 данной дисциплины в дистанционном формате, 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 данной 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 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. Основные термины и определения предмета «Функциональные материалы»</i>	<i>ПК-1</i>	<i>самостоятельная работа</i>
<i>2. Электрические свойства материалов. Применение электрических свойств</i>	<i>ПК-1</i>	<i>самостоятельная работа</i>

3. Магнитные свойства материалов. Применение магнитных свойств	ПК-1	самостоятельная работа
4. Тепловые и упругие свойства материалов. Применение	ПК-1	тест
5. Магнитоэлектрические эффекты в твердотельных материалах. Применение магнитоэлектрических эффектов.	ПК-1	самостоятельная работа
6. Магнитоупругие явления. Применение магнитоупругих явлений	ПК-1	контрольная работа
7. Электромеханические явления. Применение электромеханических явлений.	ПК-1	самостоятельная работа
8. Термоэлектрические явления. Применение термоэлектрических явлений.	ПК-1	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 и проектов:

Вариант теста	Вопрос	Варианты ответов	Прав отве т	Сложност ь					
SingleSelection	Природа магнитоэлектрического эффекта заключается	<table border="1"> <tr><td>В обменном взаимодействии;</td></tr> <tr><td>В сложном кристаллическом устройстве ионных кристаллов;</td></tr> <tr><td>В деформации решётки;</td></tr> <tr><td>Уравнения Максвелла;</td></tr> <tr><td>В наличие магнитного момента в диэлектриках;</td></tr> </table>	В обменном взаимодействии;	В сложном кристаллическом устройстве ионных кристаллов;	В деформации решётки;	Уравнения Максвелла;	В наличие магнитного момента в диэлектриках;	2	1
В обменном взаимодействии;									
В сложном кристаллическом устройстве ионных кристаллов;									
В деформации решётки;									
Уравнения Максвелла;									
В наличие магнитного момента в диэлектриках;									
SingleSelection	Два основных требования к кристаллам для наблюдения в них магнитоэлектрического эффекта	<table border="1"> <tr><td>Ферромагнетик, проводник</td></tr> <tr><td>Ферромагнетик, диэлектрик</td></tr> <tr><td>Антиферромагнетик, без центра инверсии</td></tr> <tr><td>Диэлектрик, кубический кристалл;</td></tr> <tr><td>Антиферромагнетик, диэлектрик, .</td></tr> </table>	Ферромагнетик, проводник	Ферромагнетик, диэлектрик	Антиферромагнетик, без центра инверсии	Диэлектрик, кубический кристалл;	Антиферромагнетик, диэлектрик, .	1	1
Ферромагнетик, проводник									
Ферромагнетик, диэлектрик									
Антиферромагнетик, без центра инверсии									
Диэлектрик, кубический кристалл;									
Антиферромагнетик, диэлектрик, .									

SingleSelection	Одноионный механизм магнитострикции - это	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">изменение обменной энергии решётки</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">изменение магнитного дипольного взаимодействия ионов в решётке;</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Влияние спин-орбитального взаимодействия на параметр решётки;</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Действие локального электрического поля ионов примеси;</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Взаимодействие электронного облака с кристаллическим полем</div>	5	1
SingleSelection	Термоэдс это	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Напряжение на термоэлементе;</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Напряжение короткого замыкания на термоэлементе;</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Работа тепловых сил по перемещению зарядов;</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Заряд на концах термоэлектрика;</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Эдс, которая подаётся на термоэлектрик.</div>	3	1
SingleSelection	Самое распространённое применение пьезоэлектрического кварца	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Фильтры;</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Элементы перемещений;</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Тензорезисторы;</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Генераторы тактовых импульсов;</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Трансформаторы.</div>	4	1
SingleSelection	Электрокалорический эффект это	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Генерация тепла под действием электрического поля;</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Изменение температуры диэлектрика при поляризации/деполяризации;</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Генерация напряжения под действием температуры;</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Изменение температуры диэлектрика под действием электрического поля;</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Аномалии теплового расширения сегнетоэлектриков</div>	2	1



SingleSelection	Фундаментальной основой любого калорического эффекта является:	<table border="1"> <tr><td data-bbox="743 192 1190 230">Закон сохранения энергии;</td></tr> <tr><td data-bbox="743 230 1190 300">Закон сохранения энергии в замкнутой системе;</td></tr> <tr><td data-bbox="743 300 1190 369">Закон сохранения энтропии в замкнутой системе;</td></tr> <tr><td data-bbox="743 369 1190 407">Закон сохранения энтропии;</td></tr> <tr><td data-bbox="743 407 1190 445">Закон сохранения вещества.</td></tr> </table>	Закон сохранения энергии;	Закон сохранения энергии в замкнутой системе;	Закон сохранения энтропии в замкнутой системе;	Закон сохранения энтропии;	Закон сохранения вещества.	3	1
Закон сохранения энергии;									
Закон сохранения энергии в замкнутой системе;									
Закон сохранения энтропии в замкнутой системе;									
Закон сохранения энтропии;									
Закон сохранения вещества.									

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

*Примерный перечень вопросов к зачету:*

- 1) Определение термина «функциональные материалы». Ключевые понятия термина «функциональные материалы». Классификации функциональных материалов по принципу их применения.
- 2) Свойства материалов. Воздействия и реакции. Электрические, магнитные, тепловые и упругие свойства. Взаимосвязь между свойствами. Треугольники взаимосвязей.
- 3) Электрические свойства материалов. Реакция материалов на электрическое поле: металлы диэлектрики и полупроводники. Поляризация диэлектриков. неполярные, полярные, ионные диэлектрики.
- 4) Сегнетоэлектрики. Свойства сегнетоэлектриков. Макроскопические механизмы сегнетоэлектрического эффекта. Титанат баррия. Спонтанная поляризация. Применение диэлектриков: конденсаторы, оптические преобразователи. Применение сегнетоэлектрических материалов. Вариконды, элементы памяти.
- 5) Магнитный момент и намагниченность. Магнитные квантовые числа в квантовой механике: спин и момент количества движения. Магнитный момент твердотельных материалов. Материалы во внешнем магнитном поле. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Природа диамагнетизма. Природа парамагнетизма.
- 6) Природа ферромагнетизма, спонтанная намагниченность. Точка Кюри. Применение ферромагнетиков. Спинтроника. Антиферромагнетики и ферримагнетики.
- 7) Тепловые свойства материалов. Теплопроводность. Температуропроводность. Теплоёмкость. Основное уравнение теплопроводности. Уравнение теплопроводности в интегральном и дифференциальном виде. Примеры граничных условий для решения уравнений теплопроводности. Упругие свойства материалов.
- 8) Деформации. Тензор напряжений. Связь между деформациями и напряжениями. Закон Гука. Сегнетоэластики. Микроскопическая природа сегнетоэластического эффекта. Общие закономерности электрического, магнитного и упругого упорядочения твёрдых тел. Применение сегнетоэластиков.
- 9) Магнитоэлектрический эффект. Основные количественные соотношения и микроскопический механизм явления. Симметрия кристаллов и магнитоэлектрический эффект. Микроскопические механизмы явления.
- 10) Сегнетомагнитный эффект. Понятие о мультиферроиках. Сегнетомагнетики первого и второго рода. Применение магнитоэлектрического эффекта. Применение сегнетомагнетиков.
- 11) Явление магнитострикции. Магнитострикция парапроцесса. Спонтанная магнитострикция. Микроскопические механизмы магнитострикции. Дипольная магнитострикция. Обменная магнитострикция. Одноионная магнитострикция. Описание спонтанной магнитострикции. Фазовые переходы первого и второго рода.

- 12) Магнитоупругий эффект. Магнитоупругий эффект в области технического намагничивания. Магнитоупругий эффект парапроцесса. Механострикция. Аномалия модуля упругости, обусловленная механострикцией парапроцесса. Пьезомагнетизм.
- 13) Применение магнестрикционных явлений. Источники звука. Фильтры, линии задержки. Датчики и механизмы перемещений.
- 14) Электромеханические явления. Эффект электрострикции. Упругие напряжения в эффекте электрострикции. Прямой и обратный пьезоэлектрические эффекты. Микроскопические механизмы пьезоэффекта. Тензорезистивный эффект (пьезорезистивный эффект).
- 15) Применение пьезоэлектрических материалов. Электрические фильтры, генераторы электрических сигналов. Кварцевый генератор. Пьезоэлектрические сенсоры и датчики. Пьезоэлектрические актюаторы. Пьезотрансформаторы.
- 16) Эффект Зеебека. Эффект Пельтье. Механизмы эффекта Зеебека. Основные количественные характеристики эффекта Зеебека. Эффект Зеебека в металлах, диэлектриках и полупроводниках. Эффект Зеебека и тип проводимости материала.
- 17) Применение эффекта Зеебека: источники питания. Основные характеристики источников питания на эффекте Зеебека. Термоэлектрическая добротность. Пути повышения термоэлектрической добротности. Измерение коэффициента Зеебека.
- 18) Термомагнитные явления. Магнитокалорический эффект. Механизмы магнитокалорического эффекта. Основные энергетические соотношения. Применение магнитокалорического эффекта. Магнитное охлаждение. Цикл Карно и цикл Стирлинга. Пиромагнитный эффект.
- 19) Температурные напряжения. Термоупругий эффект. Эластокалорический эффект. Основные различия эластокалорического и термоупругого эффектов. Эластокалорический эффект на основе фазовых превращений мартенсит/аустенит.
- 20) Эластокалорический эффект на основе магнестрикционного фазового перехода. Эластокалорический эффект на основе сегнетоэластических материалов. Концепция мультикалорического эффекта.

#### 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	<i>Включает нижестоящий уровень.</i>	хорошо		71-85

	умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	Способность 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 литература:

1. Кристаллография : учебное пособие (лабораторный практикум) / авт.-сост. М. А. Ясная, А. В. Блинов, А. А. Блинова [и др.]. - Ставрополь : Изд-во СКФУ, 2022. - 175 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2133565> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
2. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 т. Том 8. Электродинамика сплошных сред / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под. ред. Л. П. Питаевского. - 5-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2016. - 656 с. - ISBN 978-5-9221-1702-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1223541> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
3. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 3: Электричество / Сивухин Д.В., - 6-е изд., стер. - Москва :ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 656 с. ISBN 978-5-9221-1643-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549781> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература:

1) Шаскольская М.П. Кристаллография // М. Высш.шк. 1984. - 376 С. [более 5 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].

2) Статьи об определении термина «Функциональные материалы»  
[\[http://old.fnm.msu.ru/documents/16/1intro.pdf\]](http://old.fnm.msu.ru/documents/16/1intro.pdf); [www.nsu.ru/rs/mw/link/Media:/5618/kach.ppt](http://www.nsu.ru/rs/mw/link/Media:/5618/kach.ppt);

<http://www.imperial.ac.uk/materials/research/functional/>;  
[www.miics.net/archive/getfile.php?file=114](http://www.miics.net/archive/getfile.php?file=114) ]

3) Аваев, Н.А., Наумов Ю.Е., Фролкин В.Т. Основы микроэлектроники, М. Радио и Связь. 1991 г. 288 С. [2 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].

4) Обзорные статьи по сегнетоэлектрическим материалам [http://dssp.petrstu.ru/p/tutorial/ftt/Part8/part8\_6.htm ; <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=38442> ; http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/690589]

5) Revival of the magnetoelectric effect / M. Fiebig // J. Phys D. Appl. Phys. - 2005. - V.38. - P.R123-R152. – Возрождение магнитоэлектрического эффекта [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0022-3727/38/8/R01/meta> ].

6) Магнетизм / С.В. Вонсовский // М. Наука. - 1971. - 1032 С. [2 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].

7) Основы спинтроники / Ю.А. Данилов, Е.С. Демидов, А.А. Ежевский // Н. Новгород, изд. ННГУ. - 2009. - 173 С. (электронное издание, [http://www.unn.ru/books/met\\_files/spintronik.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/spintronik.pdf))

8) Trend: Classifying multiferroics: Mechanisms and effects / D. Lhomskii // Physics. 2009. V.2. P.20. [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу <https://physics.aps.org/articles/pdf/10.1103/Physics.2.20> ].

9) Особенности магнитных, магнитоэлектрических и магнитоупругих свойств ферробората самария  $\text{SmFe}_3(\text{BO}_3)_4$  / Ю.Ф. Попов, А.П. Пятаков, А.М. Кадомцева, Г.П. Воробьев, А.К. Звездин, А.А. Мухин, В.Ю. Иванов, И.А. Гудим // Журнал экспериментальной и теоретической физики. 2010. Т.138, вып.2(8). С.226-230. [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу [http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/dn/r\\_138\\_226.pdf](http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/dn/r_138_226.pdf) ].

10) Магнитострикция редкоземельных металлов, в парамагнитном, антиферромагнитном и ферромагнитном состояниях / К.П. Белов и др. / ЖЭТФ. - 1965. - Т.49, вып.6. - С.1733-1740. [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу [http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/dn/e\\_022\\_06\\_1185.pdf](http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/dn/e_022_06_1185.pdf) ].

11) Н.П. Гражданкина / Магнитные фазовые переходы // УФН. - 1965. - Т.96, вып.2. - С.291-325. [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу <http://ufn.ru/ru/articles/1968/10/d/> ].

12) О проявлении пиромагнитного эффекта в ферромагнетиках со слабой подрешёткой / К.П. Белов // Успехи физических наук. 2000. Т.170, вып.4. С.447–454. [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу [https://ufn.ru/ufn00/ufn00\\_4/Russian/r004e.pdf](https://ufn.ru/ufn00/ufn00_4/Russian/r004e.pdf) ].

13) Кварцевые резонаторы. Описание задач спецпрактикума. А.А. Белов, А.В. Степанов. М. МГУ. 2012. [доступно в электронном виде с серверов ННГУ по электронному адресу <http://www.osc.phys.msu.ru/mediawiki/upload/9/99/KRR.pdf> ].

14) Магнитокалорический эффект в магнитоупорядоченных кристаллах. Состояние проблемы и перспективы технических приложений / Е.В. Бабкин // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. 2007. С.31-34. [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу <https://cyberleninka.ru/article/v/magnitokaloricheskiy-effekt-v-magnitouporядochennyh-kristallah-sostoyanie-problemy-i-perspektivy-tehnicheskikh-prilozheniy> ].

## **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: «Физическая химия наночастиц».

Цель дисциплины: овладение студентами знаниями об особенностях физических и химических свойств магнитных наноматериалов.

## 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	<p>Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- особенности физических и химических свойств магнитных наноматериалов;</li><li>- основные законы и принципы химии твердого тела;</li><li>- фундаментальные принципы и законы магнитных процессов в твердых телах и тонких пленках;</li><li>- особенности эффекта конечного размера в магнитных наноматериалах;</li><li>- особенности супермагнетизма;</li><li>- особенности магнитных процессов в тонких пленках;</li><li>- основные методы синтеза магнитных наноматериалов;</li><li>- методы функционализации магнитных материалов.</li></ul> <p>Студент должен <b>уметь</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- определять особенности магнитных процессов в твердых телах и тонких пленках;</li></ul> <p>Студент должен <b>владеть</b> навыками</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основных методов синтеза магнитных наноматериалов.</li></ul>

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физическая химия наночастиц» представляет собой дисциплину 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	Тема 1. Введение в физику и химию магнитных наноматериалов.	Физика низкоразмерных структур. Перспективы веществ в нанокристаллическом состоянии. Особенности закономерностей и взаимозависимости физических свойств вещества в нанокристаллическом состоянии на основе современной теории твердого тела. Электрические, магнитные, магнитные, оптические, механические свойства 7 наноматериалов. Роль большой площади поверхности на химическую активность.
2	Тема 2. Магнетизм в твердых телах (обзор).	Основные проявления магнетизма. Элементарный источник магнитного поля. Магнитный монополь. Эффект Зеемана. Магнетизм конденсированного состояния. Парамагнитные материалы. Диамагнитные материалы. Ферромагнитные материалы. Антиферромагнитные и



		ферромагнитные материалы. Магнитные резонансы.
3	Тема 3. Магнитная анизотропия на наноуровне.	Определение магнитной анизотропии. Виды магнитной анизотропии. Анизотропия формы и влияние магнитостатической энергии на анизотропию. Магнетокристаллическая анизотропия. Анизотропия однодоменной частицы. Модель Стонера-Вольфарта. Плёночные микро- и наноструктуры. Зависимость коэрцитивной силы от размера частиц.
4	Тема 4. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 1).	Ноль-мерные нанообъекты: суперпарамагнетизм. Влияние размерного эффекта на доменную структуру. Одномерные нанообъекты: нанопроволки. Модель Изинга. Движение доменной границы в нанопроводе. Влияние напряжений и температуры на движение доменной границы в нанопроводе.
5	Тема 5. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 2).	Двумерные нанообъекты: тонкие магнитные пленки и многослойные. Воротексы и антиворотексы. Скирмионы. Квантовый эффект Холла. Гигантское магнеторезистентность: принцип и реализация. Введение в спинтроннику.
6	Тема 6. Супермагнетизм (часть 1).	Когерентное вращение намагниченности, макроспин. Релаксация магнитного момента Нееля в отсутствие магнитного поля. Релаксация Брауна магнитного момента в феррофлюидах. Динамическая коэрцитивность и температурные эффекты.
7	Тема 7. Супермагнетизм (часть 2).	Влияние взаимодействия между макроспинами на магнитные свойства материала. Магнитостатическое и обменное взаимодействия. Методы изучения межчастичного взаимодействия. Магнитная вязкость.
8	Тема 8. Характеристика магнитных наноматериалов.	Магнитные материалы под полем - петля гистерезиса. Намагниченность насыщения, остаточная намагниченность и коэрцитивная сила. Потери энергии при перемагничивании. Температурная зависимость намагниченности.

9	Тема 9. Магнетизм в тонких пленках (часть 1).	Магнитные домены в кристаллах и пленках. Доменная структура. Доменные стенки Блоха и Нееля. Уравнение Эйлера Лагранжа. Двумерные многослойные структуры из пленок нанометровой толщины.
10	Тема 10. Магнетизм в тонких пленках (часть 2).	Домены в наноструктурах с намагничиванием в плоскости. Домены в наноструктурах с внеплоскостной намагниченностью. Доменные стены в полосах и проводах. Обменное смещение.
11	Тема 11. Химия твердого тела (обзор).	Особенности строения твёрдых тел. Введение в кристаллическую структуру твёрдого тела. Аморфное состояние. Теория строения и реакционной способности твердых тел. Обзор современных методов синтеза и изучения высокотемпературных сверхпроводников. Методы химии твёрдого тела для получения наноразмерных структур и гетероструктур. Реакционная способность твёрдых тел. Коррозия металлов.
12	Тема 12. Дизайн магнитных наноматериалов.	Наноструктурированные магнитные сплавы. Материалы для постоянных магнитов и устройств магнитной памяти. Магнитомягкие материалы. Магнитные фазовые пре-вращения. Магнитокалорические материалы. Методы исследования применяемые в химии твёрдого тела (дифракционные методы, электронная микроскопия и др.).
13	Тема 13. Физический синтез магнитных наночастиц.	Физические методы применяемые для синтеза наночастиц. Метод лазерной абляции в жидкости и в газовой среде. Метод помола в шаровой мельнице. Импульсные методы (дуговой разряд, электровзрыв проводника). Преимущества и недостатки физических методов по сравнению с химическими. Комбинация физических и химических методов для синтеза наноструктур.
14	Тема 14. Химический синтез сферических и анизомерных наноматериалов.	Способы получения сферических наночастиц химическими методами. Метод со-осаждения солей, синтез в обратных мицеллах. Влияние формы

		магнитный наночастиц на их свойства. Применение сферических и несферических наночастиц. Магнетомеханическое воздействие. Химические методы для получения частиц различных форм.
15	Тема 15. Золь-гель метод синтеза (Sol-Gel Methods).	Теоретическая основа золь-гель метода синтеза магнитных наночастиц. Свойства наночастиц получаемых золь-гель методом
16	Тема 16. Метод термолита (thermal decomposition methods).	Теоретическая основа метода термолита для синтеза магнитных наночастиц. Свойства наночастиц получаемых методом термолита.
17	Тема 17. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 1).	Капсулирование наночастиц и получение наночастиц в оболочке. Способы стабилизации суспензии наночастиц. Феррофлюиды. Двойной электрический слой, дзета-потенциал и электростатическая стабилизация наночастиц.
18	Тема 18. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 2).	Использование полимеров для покрытия наночастиц оболочкой. Способы связывания поверхности наночастицы с биологически активными молекулами (белками, антителами, антигенами).

## 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 физику и химию магнитных наноматериалов.*

*Тема 2. Магнетизм в твердых телах (обзор).*

*Тема 3. Магнитная анизотропия на наноуровне.*

*Тема 4. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 1).*

*Тема 5. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 2).*

*Тема 6. Супермагнетизм (часть 1).*

*Тема 7. Супермагнетизм (часть 2).*

*Тема 8. Характеристика магнитных наноматериалов.*

*Тема 9. Магнетизм в тонких пленках (часть 1).*

*Тема 10. Магнетизм в тонких пленках (часть 2).*

*Тема 11. Химия твердого тела (обзор).*

*Тема 12. Дизайн магнитных наноматериалов.*

*Тема 13. Физический синтез магнитных наночастиц.*

*Тема 14. Химический синтез сферических и анизомерных наноматериалов.*

*Тема 15. Золь-гель метод синтеза (Sol-Gel Methods).*

*Тема 16. Метод термолита (thermal decomposition methods).*

*Тема 17. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 1).*

## *Тема 18. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 2).*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

### **1. Введение в физику и химию магнитных наноматериалов.**

Физика низкоразмерных структур. Перспективы веществ в нанокристаллическом состоянии. Особенности закономерностей и взаимозависимости физических свойств вещества в нанокристаллическом состоянии на основе современной теории твердого тела. Электрические, магнитные, оптические, механические свойства наноматериалов. Роль большой площади поверхности на химическую активность.

### **2. Магнетизм в твердых телах (обзор).**

Основные проявления магнетизма. Элементарный источник магнитного поля. Магнитный монополю. Эффект Зеемана. Магнетизм конденсированного состояния. Парамагнитные материалы. Диамагнитные материалы. Ферромагнитные материалы. Антиферромагнитные и ферримагнитные материалы. Магнитные резонансы.

### **3. Магнитная анизотропия на наноуровне.**

Определение магнитной анизотропии. Виды магнитной анизотропии. Анизотропия формы и влияние магнитостатической энергии на анизотропию. Магнетокристаллическая анизотропия. Анизотропия однодоменной частицы. Модель Стонера-Вольфарта. Плёночные микро- и наноструктуры. Зависимость коэрцитивной силы от размера частиц.

### **4. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 1).**

Ноль-мерные нанобъекты: суперпарамагнетизм. Влияние размерного эффекта на доменную структуру. Одномерные нанобъекты: нанопроволки. Модель Изинга. Движение доменной границы в нанопроводе. Влияние напряжений и температуры на движение доменной границы в нанопроводе.

### **5. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 2).**

Двумерные нанобъекты: тонкие магнитные пленки и многослойные. Воротексы и антиворотексы. Скирмионы. Квантовый эффект Холла. Гигантское магнеторезистентность: принцип и реализация. Введение в спинтроннику.

### **6. Супермагнетизм (часть 1).**

Когерентное вращение намагниченности, макроспин. Релаксация магнитного момента Нееля в отсутствие магнитного поля. Релаксация Брауна магнитного момента в феррофлюидах. Динамическая коэрцитивность и температурные эффекты.

### **7. Супермагнетизм (часть 2).**

Влияние взаимодействия между макроспинами на магнитные свойства материала. Магнитостатическое и обменное взаимодействия. Методы изучения межчастичного взаимодействия. Магнитная вязкость.

### **8. Характеристика магнитных наноматериалов.**

Магнитные материалы под полем - петля гистерезиса. Намагниченность насыщения, остаточная намагниченность и коэрцитивная сила. Потери энергии при перемагничивании. Температурная зависимость намагниченности.

### **9. Магнетизм в тонких пленках (часть 1).**

Магнитные домены в кристаллах и пленках. Доменная структура. Доменные стенки Блоха и Нееля. Уравнение Эйлера Лагранжа. Двумерные многослойные структуры из пленок нанометровой толщины.

### **10. Магнетизм в тонких пленках (часть 2).**

Домены в наноструктурах с намагничиванием в плоскости. Домены в наноструктурах с внеплоскостной намагниченностью. Доменные стены в полосах и проводах. Обменное смещение.

### **11. Химия твердого тела (обзор).**

Особенности строения твёрдых тел. Введение в кристаллическую структуру твёрдого тела. Аморфное состояние. Теория строения и реакционной способности твёрдых тел. Обзор современных методов синтеза и изучения высокотемпературных

сверхпроводников. Методы химии твёрдого тела для получения наноразмерных структур и гетероструктур. Реакционная способность твёрдых тел. Коррозия металлов.

### ***12. Дизайн магнитных наноматериалов.***

Наноструктурированные магнитные сплавы. Материалы для постоянных магнитов и устройств магнитной памяти. Магнитомягкие материалы. Магнитные фазовые превращения. Магнитокалорические материалы. Методы исследования применяемые в химии твёрдого тела (дифракционные методы, электронная микроскопия и др.).

### ***13. Физический синтез магнитных наночастиц.***

Физические методы применяемые для синтеза наночастиц. Метод лазерной абляции в жидкости и в газовой среде. Метод помола в шаровой мельнице. Импульсные методы (дуговой разряд, электровзрыв проводника). Преимущества и недостатки физических методов по сравнению с химическими. Комбинация физических и химических методов для синтеза наноструктур.

### ***14. Химический синтез сферических и анизомерных наноматериалов.***

Способы получения сферических наночастиц химическими методами. Метод соосаждения солей, синтез в обратных мицеллах. Влияние формы магнитной наночастицы на их свойства. Применение сферических и несферических наночастиц. Магнетомеханическое воздействие. Химические методы для получения частиц различных форм.

### ***15. Золь-гель метод синтеза (Sol-Gel Methods).***

Теоретическая основа золь-гель метода синтеза магнитных наночастиц. Свойства наночастиц получаемых золь-гель методом.

### ***16. Метод термоллиза (thermal decomposition methods).***

Теоретическая основа метода термоллиза для синтеза магнитных наночастиц. Свойства наночастиц получаемых методом термоллиза.

### ***17. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 1).***

Капсулирование наночастиц и получение наночастиц в оболочке. Способы стабилизации суспензии наночастиц. Феррофлюиды. Двойной электрический слой, дзета-потенциал и электростатическая стабилизация наночастиц.

### ***18. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 2).***

Использование полимеров для покрытия наночастиц оболочкой. Способы связывания поверхности наночастицы с биологически активными молекулами (белками, антителами, антигенами).

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

Тема 1. Введение в физику и химию магнитных наноматериалов.

Тема 2. Магнетизм в твердых телах (обзор).

Тема 3. Магнитная анизотропия на наноуровне.

Тема 4. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 1).

Тема 5. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 2).

Тема 6. Супермагнетизм (часть 1).

Тема 7. Супермагнетизм (часть 2).

Тема 8. Характеристика магнитных наноматериалов.

Тема 9. Магнетизм в тонких пленках (часть 1).

Тема 10. Магнетизм в тонких пленках (часть 2).

Тема 11. Химия твердого тела (обзор).

Тема 12. Дизайн магнитных наноматериалов.

Тема 13. Физический синтез магнитных наночастиц.

Тема 14. Химический синтез сферических и анизомерных наноматериалов.

Тема 15. Золь-гель метод синтеза (Sol-Gel Methods).

Тема 16. Метод термолиза (thermal decomposition methods).

Тема 17. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 1).

Тема 18. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 2).

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:

Тема 1. Введение в физику и химию магнитных наноматериалов.

Тема 2. Магнетизм в твердых телах (обзор).

Тема 3. Магнитная анизотропия на наноуровне.

Тема 4. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 1).

Тема 5. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 2).

Тема 6. Супермагнетизм (часть 1).

Тема 7. Супермагнетизм (часть 2).

Тема 8. Характеристика магнитных наноматериалов.

Тема 9. Магнетизм в тонких пленках (часть 1).

Тема 10. Магнетизм в тонких пленках (часть 2).

Тема 11. Химия твердого тела (обзор).

Тема 12. Дизайн магнитных наноматериалов.

Тема 13. Физический синтез магнитных наночастиц.

Тема 14. Химический синтез сферических и анизомерных наноматериалов.

Тема 15. Золь-гель метод синтеза (Sol-Gel Methods).

Тема 16. Метод термолиза (thermal decomposition methods).

Тема 17. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 1).

Тема 18. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 2).

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 физику и химию магнитных наноматериалов.</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 2. Магнетизм в твердых телах (обзор).</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 3. Магнитная анизотропия на наноуровне.</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 4. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 1).</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 5. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 2).</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 6. Супермагнетизм (часть 1).</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 7. Супермагнетизм (часть 2).</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 8. Характеристика магнитных наноматериалов.</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 9. Магнетизм в тонких пленках (часть 1).</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 10. Магнетизм в тонких пленках (часть 2).</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 11. Химия твердого тела (обзор).</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 12. Дизайн магнитных наноматериалов.</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 13. Физический синтез магнитных наночастиц.</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 14. Химический синтез сферических и анизомерных наноматериалов</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 15. Золь-гель метод синтеза (Sol-Gel Methods).</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 16. Метод термоллиза (thermal decomposition methods).</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 17. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 1).</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 18. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 2).</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная 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**

*Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:*

*1. Что представляет собой ближний и дальний порядок в жидких и твердых телах?*



2. *Что такое наноматериалы, и какие классы наноматериалов вы знаете?*
3. *Укажите основные способы получения нанопорошков и наноматериалов.*
4. *Какова структура наноматериалов и каковы основные свойства наноматериалов, вытекающие из особенностей их структуры?*
5. *Как изменяются магнитные свойства материала при увеличении уровня дисперсности?*
6. *Объясните причины появления магнитной анизотропии и перечислите основные типы магнитной анизотропии.*
7. *Опишите доменную структуру в тонкой магнитной плёнке? Как влияет тип анизотропии на доменную структуру?*
8. *Как влияет температура на магнитные свойства системы наночастиц?*
9. *Объясните модель Стонера-Вольфарта. Что она описывает и какую информацию можно извлечь из её применения?*
10. *Что такое суперпарамагнетизм? Каким уравнением можно описать зависимость магнитного момента суперпарамагнитных наночастиц?*

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

1. Физика низкоразмерных структур.
2. Влияние большой площади поверхности на химическую активность.
3. Элементарный источник магнитного поля. Магнитный монополь.
4. Магнетизм конденсированного состояния.
5. Парамагнитные материалы. Диамагнитные материалы.
6. Ферромагнитные материалы.
7. Антиферромагнитные и ферримагнитные материалы.
8. Виды магнитной анизотропии.
9. Анизотропия однодоменной частицы. Модель Стонера-Вольфарта.
10. Влияние размерного эффекта на доменную структуру.
11. Одномерные нанообъекты: нанопроволки.
12. Двумерные нанообъекты: тонкие магнитные пленки и многослойные. Воротексы и антиворотексы.
13. Скирмионы.
14. Квантовый эффект Холла.
15. Гигантское магнеторезистентность: принцип и реализация.
16. Принципы в спинтронике.
17. Релаксация магнитного момента Нееля в отсутствие магнитного поля.
18. Релаксация Брауна магнитного момента в феррофлюидах.
19. Ноль-мерные нанообъекты: суперпарамагнетизм.
20. Движение доменной границы в нанопроводе. Влияние напряжений и температуры на движение доменной границы в нанопроводе.
21. Влияние взаимодействия между макроспинами на магнитные свойства материала. Магнитная вязкость.
22. Магнитные материалы под полем - петля гистерезиса. Намагниченность насыщения, остаточная намагниченность и коэрцитивная сила.
23. Температурная зависимость намагниченности.
24. Магнитные домены в кристаллах и пленках.
25. Доменные стенки Блоха и Нееля.
26. Домены в наноструктурах с намагничиванием в плоскости.
27. Домены в наноструктурах с внеплоскостной намагниченностью.
28. Доменные стены в полосах и проводах.
29. Обменное смещение.
30. Особенности строения твёрдых тел.

31. Методы химии твёрдого тела для получения наноразмерных структур и гетероструктур.
32. Реакционная способность твёрдых тел. Коррозия металлов.
33. Магнитные фазовые превращения.
34. Магнитокалорические материалы.
35. Физические методы применяемые для синтеза наночастиц.
36. Комбинация физических и химических методов для синтеза наноструктур.
37. Способы получения сферических наночастиц химическими методами.
38. Химические методы для получения частиц различных форм.
39. Теоретическая основа золь-гель метода синтеза магнитных наночастиц.
40. Теоретическая основа метода термолиза для синтеза магнитных наночастиц.
41. Капсулирование наночастиц и получение наночастиц в оболочке.
42. Двойной электрический слой, дзета-потенциал и электростатическая стабилизация наночастиц.
43. Использование полимеров для покрытия наночастиц оболочкой.

#### 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 найденных теоретических	хорошо		71-85

	нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	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. Копылова, О. С. Курс общей физики: Учебное пособие / Копылова О.С. - Москва : СтГАУ - "Агрус", 2017. - 300 с.: ISBN 978-5-9596-1290-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/975925> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
2. Поддубных, Л. П. Общая химия : учебное пособие / Л.П. Поддубных. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 178 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-019036-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2083699> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
3. Практикум по общей химии с элементами биоорганической химии : практикум / О. В. Нестерова, И. Н. Аверцева, Д. А. Доброхотов [и др.] ; под ред. В. А. Попкова. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 256 с. - ISBN 978-5-00101-869-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1086959> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература

- 1) Глинка Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб.-практ. пособие/ Н. Л. Глинка; под ред. А. В. Бабкова, В. А. Попкова. -14-е изд.. -М.: 2014. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 236, [1] с.
- 2) Задачник по электричеству и магнетизму: метод. пособие для студентов физ. фак./ Калинингр. гос. ун-т; сост. Е. Ф. Кондратьев. -Калининград, 1995. -81 с.
- 3) Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму: краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 2. -2000. -1 r=on-line, 88 с.
- 4) УЧЛ - Электронный учебник (ККО=1)
- 5) Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму: краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 1. -1998. -1 r=on-line, 89 с.

- 6) Кузнецов С. И.. Курс физики с примерами решения задач : учеб. пособие для вузов/ С. И. Кузнецов Ч. 1 : Механика. Молекулярная физика. Термодинамика. -2014. -1 г=online, 464 с.: ил., табл.
- 7) Никитин М. А. Обработка результатов физического эксперимента : метод. указания к лаб. работам/ М. А. Никитин, В. А. Бессонов, Ж. Ю. Нестерова; Калинингр. гос. ун-т. - Калининград: Изд-во КГУ, 2004. -36 с.: ил.
- 8) Пузаков С. А. Сборник задач и упражнений по общей химии : учеб. пособие для вузов/ С. А. Пузаков, В. А. Попков, А. А. Филиппова. -5-е изд., перераб. и доп.. -Москва:, 2014 г=on-line, 254, [1]: табл.
- 9) Телеснин Р. В. Молекулярная физика: учеб. пособие/ Р. В. Телеснин. -3-е изд., стер.. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар;
- 10) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спириин Кн. 3 : Термодинамика. Статистическая физика. Строение вещества. -1 о=эл. опт. диск, 367, [3] с.
- 11) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спириин Кн. 2 : Электромагнетизм. Оптика. Квантовая физика. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 439, [3] с.
- 12) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спириин Кн. 1 : Механика. -351, [3] о=эл. опт. диск (CDROM)
- 13) Глинка Н. Л.. Общая химия : учеб. для акад. бакалавриата : в 2 т./ Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова Т. 1. -1 г=on-line, 746 с.
- 14) Кудряшева Н. С. Физическая и коллоидная химия : учеб. и практикум для приклад. бакалавриата/ Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева; Сиб. Федер. ун-т. -2-е изд., перераб. и доп.. -Москва:

#### **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: «Поверхностные явления».

### Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины «Поверхностные явления» заключается в понимании и объяснении процессов, происходящих на поверхности раздела фаз, а также их влияния на свойства материалов и поведение систем.

## 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	<b>Знать:</b> Основные понятия и определения, связанные с поверхностными явлениями: поверхностное натяжение, адсорбция, капиллярные явления, плёнки и покрытия, коллоидные системы, электроповерхностные явления, межфазные взаимодействия.  Физические основы поверхностных явлений: силы, действующие на молекулы вещества на границе раздела фаз, и их влияние на свойства материалов. <b>Уметь:</b> Применять полученные знания для решения задач, связанных с поверхностными явлениями. Анализировать результаты экспериментов и делать выводы о свойствах материалов и поведении систем. <b>Владеть:</b> Навыками работы с лабораторным оборудованием для исследования поверхностных явлений.
ПК-2 Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.	ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов	<b>Знать:</b> Методы исследования поверхностных явлений, включая экспериментальные методы и теоретические модели.  Применение поверхностных явлений в различных областях науки и техники, таких как химия,

	и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.	физика, материаловедение, биология и медицина. <b>Уметь:</b> Использовать методы исследования поверхностных явлений для получения новых знаний. Разрабатывать новые материалы и технологии, основанные на использовании поверхностных свойств. <b>Владеть:</b> Методами обработки и анализа экспериментальных данных.

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Поверхностные явления» представляет собой дисциплину Б1.В.ДВ.01.01.03 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	<i>Поверхностное натяжение и его роль в физических и химических процессах</i>	<i>Основные понятия теории поверхностного натяжения, его зависимость от температуры и состава жидкости, примеры использования этого явления в различных областях науки и техники.</i>
2	<i>Адсорбция и её применение в промышленности и экологии</i>	<i>Механизмы адсорбции, её виды и влияние на свойства материалов, примеры применения адсорбционных процессов для очистки воды, воздуха и других сред.</i>
3	<i>Капиллярные явления и их роль в природе и технике</i>	<i>Капиллярные эффекты в различных системах, пористые материалы, жидкости в узких каналах и капиллярных трубках, применение в таких областях, как медицина, сельское хозяйство и строительство.</i>
4	<i>Плёнки и покрытия: формирование и свойства</i>	<i>Процессы формирования тонких слоёв веществ на поверхностях, их свойства и применение в различных отраслях, таких как электроника, оптика и медицина.</i>
5	<i>Электроповерхностные явления и их использование</i>	<i>Взаимодействия заряженных поверхностей с окружающей средой, их применение в электрохимии, электрофорезе и других областях.</i>
6	<i>Межфазные взаимодействия и их влияние на процессы переноса массы и энергии</i>	<i>Взаимодействие между различными фазами, включая смачивание, адгезию и трение, и их влияние на перенос массы и энергии в системах.</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 *Поверхностное натяжение и его роль в физических и химических процессах*
- 2 *Адсорбция и её применение в промышленности и экологии*
- 3 *Капиллярные явления и их роль в природе и технике*
- 4 *Плёнки и покрытия: формирование и свойства*
- 5 *Электроповерхностные явления и их использование*
- 6 *Межфазные взаимодействия и их влияние на процессы переноса массы и энергии*

Рекомендуемая тематика практических занятий:

- 1 *Поверхностное натяжение и его роль в физических и химических процессах*
- 2 *Адсорбция и её применение в промышленности и экологии*



- 3 Капиллярные явления и их роль в природе и технике
- 4 Плёнки и покрытия: формирование и свойства
- 5 Электроповерхностные явления и их использование
- 6 Межфазные взаимодействия и их влияние на процессы переноса массы и энергии

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

- 1 Поверхностное натяжение и его роль в физических и химических процессах
- 2 Адсорбция и её применение в промышленности и экологии
- 3 Капиллярные явления и их роль в природе и технике
- 4 Плёнки и покрытия: формирование и свойства
- 5 Электроповерхностные явления и их использование
- 6 Межфазные взаимодействия и их влияние на процессы переноса массы и энергии

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

- 1 Поверхностное натяжение и его роль в физических и химических процессах
- 2 Адсорбция и её применение в промышленности и экологии
- 3 Капиллярные явления и их роль в природе и технике
- 4 Плёнки и покрытия: формирование и свойства
- 5 Электроповерхностные явления и их использование
- 6 Межфазные взаимодействия и их влияние на процессы переноса массы и энергии

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	<i>Поверхностное натяжение и его роль в физических и химических процессах</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
2	<i>Адсорбция и её применение в</i>	<i>ПК-1; 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>промышленности и экологии</i>		
3	<i>Капиллярные явления и их роль в природе и технике</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
4	<i>Плётки и покрытия: формирование и свойства</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
5	<i>Электроповерхностные явления и их использование</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
6	<i>Межфазные взаимодействия и их влияние на процессы переноса массы и энергии</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 поверхностное натяжение и как оно влияет на форму капель и пузырьков?*
2. *Какие факторы влияют на величину поверхностного натяжения жидкости?*
3. *Что такое адсорбция и какие виды адсорбции существуют?*
4. *Как происходит адсорбция газов на твёрдых поверхностях?*
5. *В чём заключается капиллярное явление и какова его роль в природе и технике?*
6. *Какие силы действуют на жидкость в капилляре и как они влияют на её высоту подъёма?*
7. *Что такое плётки и покрытия и для чего они используются?*
8. *Какие свойства имеют плётки и как их можно изменить?*
9. *Что такое коллоидные системы и каковы их основные свойства?*
10. *Какие методы используются для исследования коллоидных систем?*
11. *Что такое электроповерхностные явления и как они связаны с заряженными поверхностями?*
12. *Каковы основные принципы электрофореза и электроосмоса?*
13. *Что такое смачивание и адгезия и как они проявляются на границе раздела фаз?*

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

1. *Что такое смачивание и адгезия и как они проявляются на границе раздела фаз?*
2. *Какие факторы определяют смачиваемость поверхности?*
3. *Что такое трение и как оно связано с поверхностными явлениями?*
4. *Как поверхностные явления влияют на процессы переноса массы и энергии?*
5. *Какие материалы используются для создания плёнок и покрытий?*
6. *Как можно контролировать толщину плётки или покрытия?*
7. *Какие технологии используют поверхностные явления в своей работе?*

8. Как поверхностные явления применяются в медицине?
9. Какие примеры использования поверхностных явлений в промышленности вы можете привести?
10. Как поверхностные явления используются в сельском хозяйстве?
11. Какие новые материалы создаются благодаря использованию поверхностных свойств?
12. Как поверхностные свойства материалов влияют на их прочность и коррозионную стойкость?
13. Какие проблемы возникают при использовании поверхностно-активных веществ (ПАВ)?
14. Что такое критическое поверхностное натяжение смачивания и как его можно измерить?
15. Как поверхностные явления связаны с фазовыми переходами?
16. Что такое краевой угол смачивания и как он связан с поверхностным натяжением?
17. Как поверхностные явления влияют на адгезию и когезию материалов?

#### 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 самостоятель	<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

	ности 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. Атанасян, Т. К. Неорганическая химия. Часть I: Поверхностные явления на границе оксид/электролит в кислых средах : учебное пособие / Т. К. Атанасян, И. Г. Горичев, Е. А. Якушева. - Москва : МПГУ, 2013. - 166 с. - ISBN 978-5-7042-2495-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/754627>
2. Новикова, Е. А. Коллоидная химия : поверхностные явления : курс лекций / Е. А. Новикова, Г. А. Фролов. - Москва : Изд. Дом МИСиС, 2016. - 129 с. - ISBN 978-5-906846-25-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1228233>

### **Дополнительная литература**

1. Андреев, Л. А. Физическая химия : поверхностные явления на межфазных границах раздела жидкость-газ и жидкость-твердое тело : учебное пособие / Л. А. Андреев. - Москва : Изд. Дом МИСиС, 2010. - 70 с. - ISBN 978-5-87623-361-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1228261>

## **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:** «Микроскопия: методы визуализации в микро- и нано масштабе».

Цель дисциплины: ознакомление студентов с физическими основами современных методов визуализации малых объектов с применением микроскопов различных типов, с возможностями и ограничениями методов визуализации, а также привитие базовых практических навыков использования методов световой и электронной микроскопии

**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> Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологических производств.</p>	<p><i>ПК-2.1</i> <i>Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства</i> <i>ПК-2.2</i><i>Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования</i> <i>ПК-2.3</i><i>Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i></p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности работы цифровых устройств регистрации изображений, применяемых в тандеме с микроскопами, и физические принципы, лежащие в основе их функционирования;</li> <li>- основные законы оптики, определяющие функционирование микроскопов и принципы формирования изображения, понимать онной деятельности природу дифракционного ограничения разрешающей способности микроскопов;</li> <li>- базовые принципы квантовой теории и процессы, происходящие при взаимодействии электронного луча с веществом;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классифицировать квантовые приборы; владеть:</li> <li>- готовить препараты культивируемых <i>in vitro</i> прикрепляющихся клеток для исследования в проходящем свет и с использованием флуоресцентных маркеров;</li> <li>- готовить препараты суспензионных клеток для исследования с применением просвечивающего электронного микроскопа</li> <li>- базовыми навыками работы на различных микроскопах, а также обработкой полученных с них данных</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- базовыми навыками работы на различных микроскопах, а также обработкой полученных с них данных</li> </ul>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Микроскопия: методы визуализации в микро- и нано-масштабе» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Введение, историческая справка и основы оптики</i>	<i>Краткая историческая справка, роль микроскопии, как метода исследования, в развитии естественных наук. Природа света, волны и фотоны. Энергия светового излучения. Основы геометрической и волновой оптики. Оптические системы и построение изображения. Законы преломления и отражения.</i>



		Показатель преломления. Линзы. Построение изображения с помощью линзы. Увеличение оптической системы
2	Глаз, как оптическая система и разрешающая способность оптических систем.	Постулаты Эйнштейна. Понятие индуцированных переходов. Коэффициенты Эйнштейна и связь между ними. Формула Планка. Действия света. Детектирование изображения, современные детекторы. Строение человеческого глаза. Глаз как оптическая система. Преломляющие среды глаза, оптический центр глаза. Сетчатка – детектор. Разрешающая способность глаза. Астигматизм. Теорема Найквиста-Шеннона-Котельникова-Уитакера. Приборы, «вооружающие глаз».
3	Принципиальная схема микроскопа	Основные компоненты – объектив, характеристики и свойства, коррекция «на бесконечность», типы объективов, специальные объективы, осветитель, роль конденсора, типы конденсоров, роль диафрагм, системы сопряженных оптических плоскостей, критическое освещение и освещение по Келлеру, окуляр, функционирование окуляра. Ход лучей в микроскопе. Аберрации оптических систем и их преодоление. Дифракционная теория формирования изображения в микроскопе. Пятно рассеяния, диск Эйри, критерий Релея. Формула Аббе для работы в проходящем свете, иммерсионная оптика, тестирование разрешающей способности. Разрешающая способность по глубине, глубина резкости. Полезное увеличение при визуальных наблюдениях.
4	Генерация контраста в световой микроскопии и подготовка образцов для работы в проходящем свете.	Амплитудный контраст. Гисто- и цитохимия. Приготовление препаратов для работы в проходящем свете. Наблюдение прозрачных объектов, фазовый и дифференциально-интерференционный контраст. Микроскопия в темном поле (ультрамикроскоп)
5	Флуоресцентные методы микроскопического исследования в биологии	Феномен флуоресценции. Флуоресцентные трейсеры для биологических исследований – низкомолекулярные флуорохромы, конъюгаты, флуоресцентные белки. Внесение флуоресцентных трейсеров в

		<p>биологические объекты – иммуноцитохимия и генетические конструкторы. Подготовка материала для исследования с помощью флуоресцентных методов. Фото Обесцвечивание и разрушение флуорохромов – предотвращение и применение.</p> <p>Микроскоп для наблюдения флуоресценции. Основные детали: осветитель, система фильтров, монохроматоры. Принцип работы. Формула Аббе для самосветящихся объектов. Функция рассеяния для точечного источника.</p> <p>Регистрация слабых сигналов, цифровые камеры, природа цифрового изображения, динамический диапазон, соотношение сигнал/шум.</p> <p>Контраст флуоресцентного изображения, вне фокусное свечение. Удаление паразитных вкладов. Деконволюция.</p>
6	Лазерный сканирующий конфокальный микроскоп.	<p>Принципиальная схема. Освещение с помощью точечного источника. Почему лазер? Диафрагма детектора, детектор. Принцип сканирования. Возможности конфокального микроскопа – трехмерная реконструкция, динамические эксперименты с использованием флуоресцентных белков. Фотообесцвечивание флуорохромов – применение. Ограничения и особенности конфокального микроскопа. Конфокальные микроскопы с щелевой и дисковой разверткой. 4Pi-микроскоп, конструкция, принцип действия, применение и ограничения.</p> <p>Нелинейный эффект поглощения двух фотонов. Мультифотонный конфокальный микроскоп, принцип действия. Достоинства и применения.</p>
7	Преодоление дифракционного предела в оптической микроскопии	<p>Системы структурированного освещения, эффект муара и извлечение дополнительной информации. Локализационная микроскопия (PALM/STORM). Микроскопия с обесцвечиванием за счет вынужденного излучения (STED). Микроскопия полного внутреннего отражения (TIRF).</p>

8	Электронная микроскопия	<p>Физические основы. Волновые свойства электронов, эквивалентная длина волны, формула де Бройля, энергия электронов и релятивистские поправки.</p> <p>Электронная оптика, электростатические и магнитные линзы. Принципиальная схема просвечивающего электронного микроскопа.</p> <p>Генерация электронного пучка, типы источников электронов. Предельное разрешение электронного микроскопа. Регистрация изображения.</p> <p>Взаимодействие электронов с веществом, упругое и неупругое рассеяние электронов, вторичные электроны, эффект Оже, катодoluminesценция, рентгеновское излучение.</p> <p>Генерация контраста в просвечивающем электронном микроскопе. Рассеяние и длина свободного пробега электронов, толщина образца. Контраст массы-плотности, фазовый контраст. Спектроскопия потерь энергии электронов, Z-контраст и элементный анализ с помощью электронного микроскопа. Повреждение образца. Требования к объекту исследования.</p>
9	Сканирующий электронный микроскоп.	<p>Принцип работы сканирующего электронного микроскопа, детектируемые излучения, разрешающая способность, применения.</p> <p>Сканирующий электронный микроскоп со сфокусированным ионным пучком (FIB-SEM), возможности и применения.</p>
10	Подготовка биологического образца для электронно-микроскопического исследования.	<p>Типы объектов. Фиксация, контрастирование, обезвоживание замещением, сушка в критической точке. Стабилизация образцов: заливка в полимерные материалы, напыление углеродом и металлами. Приготовление ультратонких срезов. Дополнительное контрастирование. Крио-методы. Физические принципы, быстрая заморозка, предотвращение кристаллизации воды, замораживание-скалывание, замораживание-травление, криозамещение, приготовление ультратонких срезов</p>

		<i>внутрифицированных образцов. Cryo-FIB-SEM.</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):

*Введение, историческая справка и основы оптики*

*Глаз, как оптическая система и разрешающая способность оптических систем.*

*Принципиальная схема микроскопа*

*Генерация контраста в световой микроскопии и подготовка образцов для работы в проходящем свете.*

*Флуоресцентные методы микроскопического исследования в биологии.*

*Лазерный сканирующий конфокальный микроскоп.*

*Преодоление дифракционного предела в оптической микроскопии*

*Электронная микроскопия*

*Сканирующий электронный микроскоп.*

*Подготовка биологического образца для электронно-микроскопического исследования.*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*Тема 1. Введение, историческая справка и основы оптики.*

*Краткая историческая справка, роль микроскопии, как метода исследования, в развитии естественных наук. Природа света, волны и фотоны. Энергия светового излучения. Основы геометрической и волновой оптики. Оптические системы и построение изображения. Законы преломления и отражения. Показатель преломления. Линзы. Построение изображения с помощью линзы. Увеличение оптической системы.*

*Тема 2. Глаз, как оптическая система и разрешающая способность оптических систем.*

*Действия света. Детектирование изображение, современные детекторы. Строение человеческого глаза. Глаз как оптическая система. Преломляющие среды глаза, оптический центр глаза. Сетчатка – детектор. Разрешающая способность глаза. Астигматизм. Теорема Найквиста-Шеннона-Котельникова-Уиттакера. Приборы, «вооружающие глаз».*

*Тема 3. Принципиальная схема микроскопа.*

*Основные компоненты – объектив, характеристики и свойства, коррекция «на бесконечность», типы объективов, специальные объективы, осветитель, роль конденсора, типы конденсаторов, роль диафрагм, системы сопряженных оптических плоскостей, критическое освещение и освещение по Келлеру, окуляр, функционирование окуляра. Ход лучей в микроскопе. Аберрации оптических систем и их преодоление.*

*Дифракционная теория формирования изображения в микроскопе. Пятно рассеяния, диск Эйри, критерий Релея. Формула Аббе для работы в проходящем свете, иммерсионная оптика, тестирование разрешающей способности. Разрешающая способность по глубине, глубина резкости. Полезное увеличение при визуальных наблюдениях.*

*Тема 4. Генерация контраста в световой микроскопии и подготовка образцов для работы в проходящем свете.*

*Амплитудный контраст. Гисто- и цитохимия. Приготовление препаратов для работы в проходящем свете. Наблюдение прозрачных объектов, фазовый и*

дифференциально-интерференционный контраст. Микроскопия в темном поле (ультрамикроскоп).

Тема 5. Флуоресцентные методы микроскопического исследования в биологии.

Феномен флуоресценции. Флуоресцентные трейсеры для биологических исследований – низкомолекулярные флуорохромы, конъюгаты, флуоресцентные белки. Внесение флуоресцентных трейсеров в биологические объекты – иммуноцитохимия и генетические конструкторы. Подготовка материала для исследования с помощью флуоресцентных методов. Фото Обесцвечивание и разрушение флуорохромов – предотвращение и применение.

Микроскоп для наблюдения флуоресценции. Основные детали: осветитель, система фильтров, монохроматоры. Принцип работы. Формула Аббе для самосветящихся объектов. Функция рассеяния для точечного источника. Регистрация слабых сигналов, цифровые камеры, природа цифрового изображения, динамический диапазон, соотношение сигнал/шум. Контраст флуоресцентного изображения, вне фокусное свечение. Удаление паразитных вкладов. Деконволюция.

Тема 6. Лазерный сканирующий конфокальный микроскоп.

Принципиальная схема. Освещение с помощью точечного источника. Почему лазер?

Диафрагма детектора, детектор. Принцип сканирования. Возможности конфокального микроскопа – трехмерная реконструкция, динамические эксперименты с использованием флуоресцентных белков. Фотообесцвечивание флуорохромов – применение. Ограничения и особенности конфокального микроскопа. Конфокальные микроскопы с щелевой и дисковой разверткой. 4Pi-микроскоп, конструкция, принцип действия, применение и ограничения.

Нелинейный эффект поглощения двух фотонов. Мультифотонный конфокальный микроскоп, принцип действия. Достоинства и применения.

Тема 7. Преодоление дифракционного предела в оптической микроскопии.

Системы структурированного освещения, эффект муара и извлечение дополнительной информации. Локализационная микроскопия (PALM/STORM). Микроскопия с обесцвечиванием за счет вынужденного излучения (STED). Микроскопия полного внутреннего отражения (TIRF).

Тема 8. Электронная микроскопия.

Физические основы. Волновые свойства электронов, эквивалентная длина волны, формула де Бройля, энергия электронов и релятивистские поправки.

Электронная оптика, электростатические и магнитные линзы. Принципиальная схема просвечивающего электронного микроскопа. Генерация электронного пучка, типы источников электронов. Предельное разрешение электронного микроскопа. Регистрация изображения.

Взаимодействие электронов с веществом, упругое и неупругое рассеяние электронов, вторичные электроны, эффект Оже, катод-люминесценция, рентгеновское излучение.

Генерация контраста в просвечивающем электронном микроскопе. Рассеяние и длина свободного пробега электронов, толщина образца. Контраст массы-плотности, фазовый контраст. Спектроскопия потерь энергии электронов, Z-контраст и элементный анализ с помощью электронного микроскопа. Повреждение образца.

Требования к объекту исследования.

Тема 9. Сканирующий электронный микроскоп.

Принцип работы сканирующего электронного микроскопа, детектируемые излучения, разрешающая способность, применения. Сканирующий электронный микроскоп со сфокусированным ионным пучком (FIB-SEM), возможности и применения.

Тема 10. Подготовка биологического образца для электронно-микроскопического исследования.

*Типы объектов. Фиксация, контрастирование, обезвоживание замещением, сушка в критической точке. Стабилизация образцов: заливка в полимерные материалы, напыление углеродом и металлами. Приготовление ультратонких срезов. Дополнительное контрастирование.*

*Крио-методы. Физические принципы, быстрая заморозка, предотвращение кристаллизации воды, замораживание-скалывание, замораживание-травление, криозамещение, приготовление ультратонких срезов витрифицированных образцов. Cryo-FIB-SEM.*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:* Введение, историческая справка и основы оптики Глаз, как оптическая система и разрешающая способность оптических систем. Принципиальная схема микроскопа Генерация контраста в световой микроскопии и подготовка образцов для работы в проходящем свете. Флуоресцентные методы микроскопического исследования в биологии. Лазерный сканирующий конфокальный микроскоп. Преодоление дифракционного предела в оптической микроскопии Электронная микроскопия Сканирующий электронный микроскоп. Подготовка биологического образца для электронно-микроскопического исследования.

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:* Введение, историческая справка и основы оптики Глаз, как оптическая система и разрешающая способность оптических систем. Принципиальная схема микроскопа Генерация контраста в световой микроскопии и подготовка образцов для работы в проходящем свете. Флуоресцентные методы микроскопического исследования в биологии. Лазерный сканирующий конфокальный микроскоп. Преодоление дифракционного предела в оптической микроскопии Электронная микроскопия Сканирующий электронный микроскоп. Подготовка биологического образца для электронно-микроскопического исследования.

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 контролируе- мой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Введение, историческая справка и основы оптики</i>	<i>УК-1, ОПК-1</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>Глаз, как оптическая система и разрешающая способность оптических систем.</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Принципиальная схема микроскопа</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Генерация контраста в световой микроскопии и подготовка образцов для работы в проходящем свете.</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Флуоресцентные методы микроскопического исследования в биологии.</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Лазерный сканирующий конфокальный микроскоп.</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Преодоление дифракционного предела в оптической микроскопии</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Электронная микроскопия</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Сканирующий электронный микроскоп.</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Подготовка биологического образца для электронно-микроскопического исследования.</i>	<i>УК-1, ОПК-1</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**

*Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:*

Type	Question	Answers
9. Single Selection (1 mark)	The observer using the loupe perceives...	A) an inverted magnified real image.
		B) an inverted magnified imaginary image.
		C) an upright real image.
		D) none of the above
36. Single Selection (1 mark)	What is the correct statement considering conventional CLSM?	A) There is always quite enough light in the confocal microscope.
		B) The adequately adjusted confocal microscope is always in focus.



		C) The thickness of the sample is only limited by the WD of the lens.
		D) The photobleaching is not an issue in CLSM.
52. Single Selection (1 mark)	Electron microscopy relies on...	A) a possibility of achieving higher NA values for magnetic lenses if compared with the glass lenses in the light microscopes.
		B) on more pronounced particle-like properties of the electrons compared to that of the light.
		C) on the ability to modulate the optical power of the magnetic lenses
		D) on higher achievable energy for the electrons in comparison to the photons
62. Multiple Selection (1 mark)	Sputter coating of samples for SEM studies...	A) makes samples conductive.
		B) increases the achievable level of resolution
		C) preserves the fine structural features of the sample from collapsing.
		D) prevents rehydration of the samples.
		E) makes the samples more durable and resilient to the beam damage
		F) makes samples more durable.
		G) increases the emission of the backscattered electrons.
		H) increases the emission of the secondary electrons.

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

- 1) Роль микроскопических методов в развитии знаний о природе.
- 2) Формулировка закона Снелля.
- 3) Хроматическая aberrация в оптических системах, причина возникновения.
- 4) Сферическая aberrация в оптических системах, причина возникновения.
- 5) Типы объективов световых микроскопов по степени коррекции aberrаций.
- 6) Физические основания для применения иммерсионных объективов.
- 7) Условия возникновения явления полного внутреннего отражения.
- 8) Критерии для определения оптимального увеличения при визуальных наблюдениях.
- 9) Основные характеристики цифрового изображения.
- 10) Реализация максимальной разрешающей способности при использовании цифрового детектора.
- 11) Способы доставки флуоресцентных маркеров в биологические объекты.
- 12) Основные компоненты блока для возбуждения флуоресценции и ее наблюдения, функции элементов.
- 13) Диск Эйри, пятно рассеяния и функция рассеяния для точечного источника – что есть что?

- 14) Явление флуоресценции и применение этого феномена в микроскопических исследованиях.
- 15) Формула Аббе для случая наблюдения самосветящихся источников.
- 16) Факторы, определяющие контраст изображения, получаемого с помощью флуоресцентного микроскопа в идеальном случае и в реальности.
- 17) Роль фиксации и требования к процедуре при иммуноцитохимическом исследовании клеток.
- 18) Роль пермеабиллизации в иммуноцитохимическом исследовании.
- 19) Роль точечной диафрагмы в функционировании конфокального микроскопа.
- 20) FRAP-эксперимент: физические основы и область применения.
- 21) TIRF-микроскопия – особенность метода и физический принцип.
- 22) Локализационный подход к реализации суперразрешения – основные принципы.
- 23) Почему мультифотонному конфокальному микроскопу не нужна диафрагма детектора?
- 24) Фотоэлектронный умножитель – принцип работы.
- 25) Области применения и ограничения электронной микроскопии.
- 26) Место электронной микроскопии среди методов визуализации биологических объектов и явлений.
- 27) Базовые принципы работы электронного микроскопа.
- 28) Эффекты, возникающие при взаимодействии электронов с веществом
- 29) Устройство электронного микроскопа, принцип генерации контраста при рутинном биологическом исследовании.
- 30) Особенности биологического образца (на примере клеток и фрагментов тканей), как объекта электронно-микроскопического исследования.
- 31) Роль фиксации и требования к процедуре при исследовании цитологических образцов методом электронной микроскопии.
- 32) Основные этапы подготовки вирусологического образца к электронно-микроскопическому исследованию.
- 33) Основные этапы подготовки цитологического или гистологического образца к электронно-микроскопическому исследованию.
- 34) Сканирующий электронный микроскоп – принципиальная схема.
- 35) Напыление металлом при исследовании с помощью просвечивающего электронного микроскопа.
- 36) Напыление металлом при исследовании с помощью сканирующего электронного микроскопа.
- 37) FIB-SEM – принцип работы.
- 38) Как приготовить клеточно-биологический образец для ЭМ-исследования?
- 39) Методы быстрого замораживания, области их применения и ограничения.
- 40) Роль и принципы работы криопротекторов.
- 41) Криоэлектронная микроскопия

#### 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)

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 профессионал ьной деятельности, нежели по образцу с большой степени самостоятель ности 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
Удовлетвори тельный (достаточны 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) Копылова, О. С. Курс общей физики: Учебное пособие / Копылова О.С. - Москва :СтГАУ - "Агрус", 2017. - 300 с.: ISBN 978-5-9596-1290-0. - Текст : электронный. -

URL: <https://znanium.com/catalog/product/975925> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.

- 2) Власов, А. И. Оптическая микроскопия. Книга 12 : учебное пособие / А. И. Власов, К. А. Елсуков, И. А. Косолапов. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2011. - 184 с. - (Библиотека «Наноинженерия»). - ISBN 978-5-7038-3503-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2080347> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.

### **Дополнительная литература**

- 1) Douglas Taatjes, Douglas, Jurgen Roth (editors) Methods in Molecular Biology: Cell Imaging Techniques, Methods and Protocols, 2013, Humana Press. ISBN 978-1-62703-056-4
- 2) John Kuo (editor) Methods in Molecular Biology: Electron Microscopy, Methods and Protocols, 2014, Humana Press. ISBN 978-1-62703-775-4
- 3) Gustaaf Van Tendeloo, Dirk Van Dyck Prof. Stephen J. Pennycook (editors) Handbook of Nanoscopy, 2012, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA ISBN print 9783527317066, online 9783527641864.
- 4) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спиринов Кн. 2 : Электромагнетизм. Оптика. Квантовая физика. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 439, [3] с.
- 5) Alan J. Lacey (editor) LIGHT MICROSCOPY IN BIOLOGY: A PRACTICAL APPROACH, 1989, Oxford University Press, London. - 464 p.
- 6) James B. Pawley Handbook Of Biological Confocal Microscopy, 985 p. 2006, Springer, Boston, MA. ISBN print 978-0-387-25921-5, online 978-0-387-45524-2
- 7) Suzanne Bell, Keith Morris An Introduction to Microscopy, 1st Edition, 2009, CRC Press - 180 p. ISBN 9781420084504

### **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: «Избранные главы оптики и фотоники».

Цель дисциплины: ознакомление обучающихся с распространенными методами спектрального анализа и контроля веществ, в том числе наноструктур, функциональных 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
<i>ПК-1 Способен разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - основы оптической флуоресцентной и колебательной спектроскопии - основы плазмоники - диаграмму Яблонского и понимать ее  Студент должен <b>уметь</b> : - выбирать аппаратное и программное обеспечение съемки спектров флуоресценции и комбинационного рассеяния света устройств;  Студент должен <b>владеть</b> навыками: - расчета тушения флуоресценции - определять тип тушения флуоресценции

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Избранные главы оптики и фотоники» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к обязательной части дисциплин.

## 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>Избранные главы оптики и фотоники</i>	<i>Основные понятия оптики. Флуоресценция. Поглощение. Рассеяние. Основы флуоресцентной и колебательной спектроскопии. Диаграмма Яблонского. Вращательные, колебательные и энергетические уровни. Синглетные и триплетные состояния. Механизмы переноса энергии. Приборы оптической спектроскопии. Наночастицы и их применение в оптической спектроскопии. Плазмоника. Наночастицы, металлы, виды, применение для приложений оптики.</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):

*Например,*

*Тема 1: Основные понятия оптики. Флуоресценция. Поглощение. Вращательные, колебательные и энергетические уровни. Синглетные и триплетные состояния. Механизмы переноса энергии. Приборы оптической спектроскопии.*

*Тема 2: Рассеяние. Основы флуоресцентной и колебательной спектроскопии. Диаграмма Яблонского*

*Тема 3: Плазмоника. Наночастицы и их применение в оптической спектроскопии*

*Тема 4: Наночастицы, металлы, виды наночастиц, применение для приложений оптики.*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*Например,*

*Тема 1: Адсорбционная спектроскопия*

*Тема 2: Спектрофлуорометрия*

*Тема 3: Спектроскопия КРС*

*Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторной работы
1	<i>Адсорбционная спектроскопия</i>	<i>- Калибровка прибора. - Съемка спектров поглощения растворов. - Съемка спектров отражения поверхностей</i>
2	<i>Спектрофлуорометрия</i>	<i>- Съемка спектров флуоресценции растворов - Съемка квантового выхода флуоресценции</i>
3	<i>Спектроскопия КРС</i>	<i>- Съемка спектров комбинационного рассеяния света красителя. - Спектральный анализ органического соединения на примере красителя. Работа со спектральной базой.</i>

**Требования к самостоятельной работе студентов**

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Основные понятия оптики. Флуоресценция. Поглощение. Рассеяние. Основы флуоресцентной и колебательной спектроскопии. Диаграмма Яблонского. Вращательные, колебательные и энергетические уровни. Синглетные и триплетные состояния. Механизмы переноса энергии. Приборы оптической спектроскопии. Наночастицы и их применение в оптической спектроскопии. Плазмоника. Наночастицы, металлы, виды, применение для приложений оптики.*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Спектральный анализ органического соединения. Расчет переносов по механизму Ферстера.*

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 контроли-руемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<p><i>Основные понятия оптики. Флуоресценция. Поглощение. Рассеяние. Основы флуоресцентной и колебательной спектроскопии. Диаграмма Яблонского. Вращательные, колебательные и энергетические уровни. Синглетные и триплетные состояния. Механизмы переноса энергии. Приборы оптической спектроскопии. Наночастицы и их применение в оптической спектроскопии. Плазмоника. Наночастицы, металлы, виды, применение для приложений оптики..</i></p>	<p><i>ОПК-1 ОПК-2</i></p>	<p><i>Опрос</i></p>

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

*Например,*

*Типовые вопросы проводимого опроса:*

*Тема 1: Опишите основные понятия оптики.*

*- Опишите физическое явление поглощения и флуоресценции.*

*- Что такое вращательные, колебательные состояния и энергетические уровни.*

*Что такое синглетные и триплетные состояния.*

*- Опишите механизмы переноса энергии.*

*- Опишите приборы оптической спектроскопии.*

*Тема 2:*

*Что такое рассеяние света, опишите его виды.*

*Что такое ИК и КРС спектроскопия*

*Опишите диаграмму Яблонского и процессы на ней.*

*Тема 3:*

*Что такое плазмоника. Дайте понятие наночастицы и опишите их применение в оптической спектроскопии*

*Тема 4: Приведите примеры металлов для наночастиц, опишите виды используемых наночастиц, опишите их применение для приложений оптики.*

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

*Примерный перечень вопросов к зачету:*

- 1. Что такое спектроскопия комбинационного рассеяния и чем она отличается от ИК-спектроскопии. Объяснить физические принципы в обоих случаях.*

2. В чем принципиальное отличие спектроскопия комбинационного рассеяния света от рамановской спектроскопии?
3. В чем сходство спектроскопии комбинационного рассеяния и ИК-спектроскопии
4. Почему красители флуоресцируют?
5. В какую область сдвинут спектр поглощения красителя от спектра флуоресценции и почему?
6. Нарисуйте диаграмму Яблонского и поясните все основные процессы на ней
7. Объясните сдвиг спектров флуоресценции относительно спектров поглощения на диаграмме Яблонского
8. Какие длины волн спектроскопии комбинационного рассеяния чаще всего используются в биофизических исследованиях и почему?
9. Что такое комбинационное рассеяние света?
10. Что такое гигантское комбинационное рассеяние и как его достичь? Кратко опишите механизмы ГКР
11. Что такое плазмон?
12. Что такое наночастица?
13. Может ли наночастица металла флуоресцировать?
14. В чем преимущества оптических методов исследования биомолекул?
15. Объясните разницу между гамма-излучением и оптическим излучением видимого диапазона
16. Почему красители могут поглощать и излучать?
17. Приведите пример химических элементов, которые поглощают в более длинноволновой области, а излучают в более коротковолновой?
18. Где вещества, упомянутые в п.18 могут быть использованы в биофизических приложениях?

#### 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	<i>Включает нижестоящий уровень.</i>	хорошо		71-85

	умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	Способность 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 литература

1. Салех, Б. Оптика и фотоника. Принципы и применения : учебное пособие : в 2 томах. Том 2 / Б. Салех, М. Тейх. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 784 с.: цв. вкл. - ISBN 978-5-91559-135-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/408131> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
2. Салех, Б. Оптика и фотоника. Принципы и применения : учебное пособие: в 2 томах. Том 1. / Б. Салех, М. Тейх - Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2012. - 760 с. - ISBN 978-5-91559-038-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/408129> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
3. Гржегоржевский, К. В. Основы молекулярной спектроскопии: спектры оптического поглощения и люминесценции, применение в изучении полиоксометаллатных нанокластеров: Учебное пособие / Гржегоржевский К.В., Остроушко А.А., - 2-е изд., стер. - Москва :Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 210 с. ISBN 978-5-9765-3083-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/947274> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.

## Дополнительная литература

1. Демтредер, В. Современная лазерная спектроскопия/ В. Демтредер ; пер с англ. М. В. Рябиной, Л. А. Мельникова, В. Л. Дербова ; под ред. Л. А. Мельникова. - Долгопрудный: Интеллект, 2014.
2. Тимофеев, В. Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур: учеб. пособие/ В. Б. Тимофеев. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар, 507 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.
- *Спектральная библиотека Know it All*

### **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 и технологии наноматериалов».

Цель дисциплины: овладение студентами знаний о концептуальных закономерностях формирования структуры новых функциональных материалов, ознакомление с актуальными проблемами современного теоретического и экспериментального материаловедения в Российской Федерации, с новыми теоретическими подходами и принципами дизайна материалов с заданными свойствами, современными технологиями производства и обработки наноматериалов, формирование мировоззрения на основе знания роли науки и техники в развитии общества; воспитание навыков культуры производства наноматериалов с учётом экологических и экономических аспектов.

## 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии..</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	<p>Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• основные технологические схемы производства новых материалов, в том числе для элементов солнечной энергетики</li><li>• структуру и свойства основных типов функциональных материалов, в том числе для элементов солнечной энергетики;</li></ul> <p>Студент должен <b>уметь</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• оценивать функциональные свойства материалов, в том числе для элементов солнечной энергетики, на основе анализа их структуры;</li></ul> <p>Студент должен <b>владеть</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• навыками оценивать функциональные свойства материалов на основе анализа их структуры;</li><li>• навыками выбирать материалы, в том числе для элементов солнечной энергетики, с известными функциональными свойствами для заданных условий эксплуатации</li></ul>

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Материаловедение и технологии наноматериалов» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Тема 1. Введение. Научнотехнический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения.</i>	<i>Современные проблемы теоретического и прикладного материаловедения и технологии материалов применительно к различным областям техники и технологии. Тенденции развития современного материаловедения. Социальные, экономические, экологические аспекты крупномасштабного производства, эксплуатации и регенерации материалов.</i>
2	<i>Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы</i>	<i>Типы и классы современных и перспективных неорганических и органических материалов. Механические и физические свойства, их значение при эксплуатации изделий, стандартные испытания, свойства, как показатели качества. Приёмы химической комбинаторики.</i>



		<p>Особенности создания материалов на основе диссипативных структур (открытые системы, диссипативные структуры, хаос. Принцип Кюри, соотношения Онсагера).</p> <p>Классификация наноматериалов. Примеры возможного применения наноматериалов и нанотехнологий. Наночастицы, наноструктуры и наноматериалы. Размерные эффекты. Основы разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации наноматериалов.</p>
3	<p>Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы</p>	<p>Классификация пористых материалов. Способы получения ячеистых материалов. Технология процесса вспенивания. Свойства и применение волокнистых и вспененных материалов. Тонкие плёнки и покрытия. Свойства тонких плёнок. Классификация покрытий и их назначение. Сверхтвёрдые материалы. Синтетические алмазы. Методы получения. Механизмы фазового превращения «графит-алмаз». Свойства плёнок и кристаллов. Применение синтетических алмазов. Кристаллы на основе <math>B_4N</math>, <math>C_3N_4</math> и др. Биоматериалы. Требования к биоматериалам. Классификация биокерамики по отношению к живой ткани. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью. Применения различных видов керамики в медицине. Стекло и аморфные материалы. Механизмы стеклообразования. Эмпирические правила классификации компонентов стекол. Аморфные металлы и металлические стёкла. Стеклокерамика. Реальная структура силикатных, боратных и фосфатных стекол. Высокочистые стёкла для световодов. Фотохромные стёкла. Прозрачная стеклокерамика. Аморфные полупроводники, технология ксерокса. Стали с метастабильным аустенитом и сплавы с памятью</p>

		<p>формы. Структура и свойства. Механизм эффекта памяти формы. Технологии изготовления. Области применения</p>
4	<p>Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы</p>	<p>Классификация керамических электротехнических материалов. Сегнетоэлектрики, пироэлектрики и пьезоэлектрики. Примеры. Технологии изготовления и области применения сегнетоэлектриков, пироэлектриков и пьезоэлектриков. Жидкие кристаллы. Мономеры, нематики, смектики, фазовые диаграммы, хиральные структуры, LCDдисплей, использование жидкокристаллических матриц для получения мезопористых структур, наноматериалов и биосенсоров. Полупроводники и светоизлучающие элементы. Основные типы полупроводниковых материалов. Кристаллические структуры основных полупроводниковых материалов. Принцип действия основных полупроводниковых устройств (диод, транзистор, фотоэлемент, СИЭ, лазер, преобразование солнечной энергии). Проблемы и тенденции в современной технологии полупроводников. Суперионные проводники. Применение твёрдых электролитов (источники тока на основе кобальтитов, манганитов и никелатов лития, материалы микробатарей кардиостимуляторов, топливные элементы, химические датчики). Технологии производства твёрдых электролитов. Сверхпроводящие материалы. Взаимосвязь состав — структура — свойство для высокотемпературных сверхпроводников на основе купратов. Методы получения. Области и перспективы применения. Магнитные наноматериалы. Функциональные параметры. Области применения, взаимосвязь структуры и свойств. Материалы с эффектом гигантского и колоссального магнитного сопротивления. Материалы для</p>

		<p>фотоники. Светочувствительные материалы, люминесценция, фотолюминесценция, пиро-, трибо-, электролюминесценция, оптоволокно, фотонные кристаллы, нелинейно-оптические кристаллы, болометры, фотоумножители, ночное видение, голография</p>
5	Тема 5. Лазерная обработка материалов	<p>Принцип действия и типы лазеров: газовый лазер, газодинамический лазер, полупроводниковый лазер, параметрический лазер, жидкостные лазеры. Лазерная обработка металлов. Методы лазерной наплавки порошков. Применение лазерных технологий</p>
6	Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).	<p>Сущность процесса электроэрозионной обработки. Сведения о единичной лунке. Расчётные формулы и зависимости параметров ЭЭО</p>
7	Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов	<p>Сущность процесса абразивной доводки. Области применения процесса абразивной доводки и полировки в нанометровом диапазоне. Абразивные материалы, притиры и методы доводки плоскостей деталей. Влияние технологических факторов на качественные показатели процесса доводки. Обзор схем плоскодоводочных станков</p>
8	Тема 8. Сканирующая электронная микроскопия	<p>Физические принципы взаимодействия электронного пучка с образцом. Схема растрового электронного микроскопа, назначение его узлов и их функционирование. Подготовка объектов для исследований и особые требования к ним. Задачи, решаемые с помощью сканирующей электронной микроскопии</p>
9	Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов	<p>Малоугловое рассеяние. Исследование материалов с использованием синхротронного излучения. Электронная спектроскопия. Спектроскопические методы исследования структурных и энергетических характеристик поверхности. Спектроскопические методы для анализа химического состава поверхности. Малоугловое рассеяние. Исследование материалов</p>

		<i>с использованием синхротронного излучения.</i>
10	<i>Тема 10. Заключение.</i>	<i>Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и наноматериалов</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. Научно-технический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения.*

*Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы.*

*Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы*

*Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы.*

*Тема 5. Лазерная обработка материалов*

*Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).*

*Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов*

*Тема 8. Сканирующая и растровая электронная микроскопия*

*Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов.*

*Тема 10. Заключение. Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и наноматериалов.*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

***Тема 1. Введение. Научно-технический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения***

*Современные проблемы теоретического и прикладного материаловедения и технологии материалов применительно к различным областям техники и технологии. Тенденции развития современного материаловедения. Социальные, экономические, экологические аспекты крупномасштабного производства, эксплуатации и регенерации материалов.*

***Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы.***

*Типы и классы современных и перспективных неорганических и органических материалов. Механические и физические свойства, их значение при эксплуатации изделий, стандартные испытания, свойства, как показатели качества. Приёмы химической комбинаторики. Особенности создания материалов на основе диссипативных структур (открытые системы, диссипативные структуры, хаос. Принцип Кюри, соотношения Онсагера). Классификация наноматериалов. Примеры возможного применения наноматериалов и нанотехнологий. Наночастицы, наноструктуры и наноматериалы. Размерные эффекты. Основы разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации наноматериалов.*

***Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы.***

*Классификация пористых материалов. Способы получения ячеистых материалов. Технология процесса вспенивания. Свойства и применение волокнистых и вспененных материалов. Тонкие плёнки и покрытия. Свойства тонких плёнок. Классификация*

покрытий и их назначение. Сверхтвёрдые материалы. Синтетические алмазы. Методы получения. Механизмы фазового превращения «графит-алмаз». Свойства плёнок и кристаллов. Применение синтетических алмазов. Кристаллы на основе В4N, С3N4 и др. Биоматериалы. Требования к биоматериалам. Классификация биокерамики по отношению к живой ткани. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью. Применения различных видов керамики в медицине. Стекло и аморфные материалы. Механизмы стеклообразования. Эмпирические правила классификации компонентов стекол. Аморфные металлы и металлические стёкла. Стеклокерамика. Реальная структура силикатных, боратных и фосфатных стекол. Высокочистые стёкла для световодов. Фотохромные стёкла. Прозрачная стеклокерамика. Аморфные полупроводники, технология ксерокса. Стали с метастабильным аустенитом и сплавы с памятью формы. Структура и свойства. Механизм эффекта памяти формы. Технологии изготовления. Области применения.

#### **Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы.**

Классификация керамических электротехнических материалов. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики и пьезоэлектрики. Примеры. Технологии изготовления и области применения сегнетоэлектриков, пьезоэлектриков и пьезоэлектриков. Жидкие кристаллы. Мономеры, нематики, смектики, фазовые диаграммы, хиральные структуры, LCD-дисплей, использование жидкокристаллических матриц для получения мезопористых структур, наноматериалов и биосенсоров. Полупроводники и светоизлучающие элементы. Основные типы полупроводниковых материалов. Кристаллические структуры основных полупроводниковых материалов. Принцип действия основных полупроводниковых устройств (диод, транзистор, фотоэлемент, СИЭ, лазер, преобразование солнечной энергии). Проблемы и тенденции в современной технологии полупроводников. Суперионные проводники. Применение твёрдых электролитов (источники тока на основе кобальтитов, манганитов и никелатов лития, материалы микробатарей кардиостимуляторов, топливные элементы, химические датчики). Технологии производства твёрдых электролитов. Сверхпроводящие материалы. Взаимосвязь состав — структура — свойство для высокотемпературных сверхпроводников на основе купратов. Методы получения. Области и перспективы применения. Магнитные наноматериалы. Функциональные параметры. Области применения, взаимосвязь структуры и свойств. Материалы с эффектом гигантского и колоссального магнитного сопротивления. Материалы для фотоники. Светочувствительные материалы, люминесценция, фотолюминесценция, пиро-, трибо-, электролюминесценция, оптоволокно, фотонные кристаллы, нелинейно-оптические кристаллы, болометры, фотоумножители, ночное видение, голография.

#### **Тема 5. Лазерная обработка материалов.**

Принцип действия и типы лазеров: газовый лазер, газодинамический лазер, полупроводниковый лазер, параметрический лазер, жидкостные лазеры. Лазерная обработка металлов. Методы лазерной наплавки порошков. Применение лазерных технологий.

#### **Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).**

Сущность процесса электроэрозионной обработки. Сведения о единичной лунке. Расчётные формулы и зависимости параметров ЭЭО.

#### **Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов.**

Сущность процесса абразивной доводки. Области применения процесса абразивной доводки и полировки в нанометровом диапазоне. Абразивные материалы, притиры и методы доводки плоскостей деталей. Влияние технологических факторов на качественные показатели процесса доводки. Обзор схем плоскодоводочных станков.

#### **Тема 8. Сканирующая электронная микроскопия.**

Физические принципы взаимодействия электронного пучка с образцом. Схема растрового электронного микроскопа, назначение его узлов и их функционирование.

*Подготовка объектов для исследований и особые требования к ним. Задачи, решаемые с помощью сканирующей электронной микроскопии.*

**Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов.**

*Малоугловое рассеяние. Исследование материалов с использованием синхротронного излучения Электронная спектроскопия. Спектроскопические методы исследования структурных и энергетических характеристик поверхности Спектроскопические методы для анализа химического состава поверхности. Малоугловое рассеяние. Исследование материалов с использованием синхротронного излучения.*

**Тема 10. Заключение.**

*Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и наноматериалов.*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

Тема 1. Введение. Научно-технический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения

Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы.

Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы.

Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы.

Тема 5. Лазерная обработка материалов.

Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).

Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов.

Тема 8. Сканирующая электронная микроскопия.

Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов.

Тема 10. Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и наноматериалов.

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

Тема 1. Введение. Научно-технический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения

Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы.

Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы.

Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы.

Тема 5. Лазерная обработка материалов.

Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).

Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов.

Тема 8. Сканирующая электронная микроскопия.

Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов.

Тема 10. Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и наноматериалов.

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. Научнотехнический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физикохимические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа Тестовые задания</i>
<i>Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 5. Лазерная обработка материалов</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО)</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 8. Сканирующая и растровая электронная микроскопия</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 10. Заключение. Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и наноматериалов</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная 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

*Материалы для оценки знаний (типовые тестовые задания)*

**№ 1. К какой группе металлов принадлежит железо и его сплавы?**

А) К тугоплавким. В) К черным. С) К диамагнетикам. D) К металлам с высокой удельной прочностью.

**№ 2. Какой из приведенных ниже металлов (сплавов) относится к черным?**

А) Латунь. В) Коррозионностойкая сталь. С) Баббит. D) Дуралюмины.

**№3. Как называют металлы с температурой плавления выше температуры плавления железа?**

А) Тугоплавкими. В) благородными. С) Черными. D) Редкоземельными.

**№ 4. К какой группе металлов относится вольфрам?**

А) К актиноидам. В) К благородным. С) К редкоземельным. D) К тугоплавким.

**№ 5. В какой из приведенных ниже групп содержатся только тугоплавкие металлы?**

А) Никель, алюминий. В) Титан, актиний. С) Молибден, цирконий. D) Вольфрам, железо.

**№ 6. К какой группе металлов (сплавов) относится магний?**

А) К легкоплавким. В) К благородным. С) К легким. D) К редкоземельным.

**№ 7. В какой из приведенных ниже групп содержатся только легкие металлы?**

А) Титан, медь. В) Серебро, хром. С) Алюминий, олово. D) Магний, бериллий.

**№ 8. В какой из приведенных ниже групп содержатся только легкоплавкие металлы?**

А) Индий, магний В) Олово, свинец. С) Сурьма, никель. D) Цинк, кобальт.

**№ 9. Что является одним из признаков металлической связи?**

А) Скомпенсированность собственных моментов электронов. В) Образование кристаллической решетки. С) Обобществление валентных электронов в объеме всего тела. D) Направленность межатомных связей.

**№ 10. Какое свойство металлов может быть объяснено отсутствием направленности межатомных связей?**

А) Парамагнетизм. В) Электропроводность. С) Анизотропностью. D) Высокая компактность.

**№ 11. Какой из признаков принадлежит исключительно металлам?**

А) Металлический блеск. В) Наличие кристаллической структуры. С) Высокая электропроводность. D) Прямая зависимость электросопротивления от температуры.

**№ 12. Чем объясняется высокая теплопроводность металлов?**

А) Наличием незаполненных подуровней в валентной зоне. В) Взаимодействием ионов, находящихся в узлах кристаллической решетки. С) Дрейфом электронов. D) Нескомпенсированностью собственных моментов электронов.

**№ 13. Что такое магнитный домен?**

А) Единица размера металлического зерна. В) Область спонтанной намагниченности ферромагнетика. С) Вид дефекта кристаллической структуры. D) Участок металлического зерна с ненарушенной кристаллической решеткой.

### **Кристаллическое строение металлов и дефекты кристаллических структур**

**№ 14. Что такое элементарная кристаллическая ячейка?**

А) Тип кристаллической решетки, характерный для данного химического элемента. В) Минимальный объем кристаллической решетки, при трансляции которого по координатным осям можно воспроизвести всю решетку. С) Кристаллическая ячейка, содержащая один атом. D) Бездефектная (за исключением точечных дефектов) область кристаллической решетки.

**№ 15. Что такое базис кристаллической решетки?**

А) Минимальный объем кристаллической решетки, при трансляции которого по координатным осям можно воспроизвести всю решетку. В) Расстояние между соседними одноименными кристаллическими плоскостями. С) Число атомов, находящихся на наименьшем равном расстоянии от любого данного атома. D) Совокупность значений координат всех атомов, входящих в элементарную ячейку.

**№ 16. Какие из представленных на рисунке элементарных ячеек кристаллических решеток относятся к простым (рис. 2)?**

А) А и D. В) В и С. С) А и С. D) В и D.

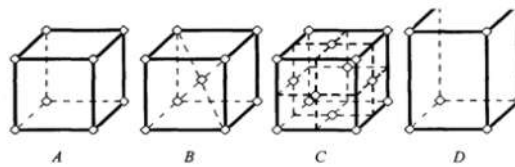


Рис. 2

**№ 17. Какова химическая формула сплава, кристаллическая решетка которого представлена на рис. 4?**

А)  $A_2B$ . В)  $A_8B$ . С)  $A_4B$ . D)  $AB$ .

**№ 18. Как называется свойство, состоящее в способности вещества существовать в различных кристаллических модификациях?**

А) Полиморфизм. В) Изомерия. С) Анизотропия. D) Текстура

**№ 19. Как называется характеристика кристаллической решетки, определяющая число атомов, находящихся на наименьшем равном расстоянии от любого данного атома?**

А) Базис решетки. В) Параметр решетки. С) Коэффициент компактности. D) Координационное число.

**№ 20. Каково координационное число кристаллической решетки, элементарная ячейка которой представлена на рис. 5?**

А) 8. В) 12. С) 6. D) 12

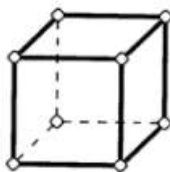


Рис. 5

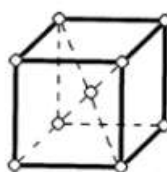


Рис. 6

**№ 21. Почему вещества, обладающие кристаллической решеткой, представленного на рис. 6 типа, не образуют растворов внедрения с высокой концентрацией растворенного компонента?**

А) Из-за наличия в решетке доли ковалентной связи. В) В решетке нет крупных пор для размещения атомов примеси. С) Решетка обладает высокой степенью компактности. D) Подобные решетки образуют высококонцентрированные растворы.

**№ 22. Какое из изменений характеристик кристаллической решетки приведет к росту плотности вещества?**

А) Увеличение параметров решетки. В) Уменьшение количества пор в элементарной ячейке. С) Увеличение числа атомов в ячейке. D) Увеличение координационного числа.

**№ 23. Как называется характеристика кристаллической решетки, определяющая отношение объема атомов, приходящихся на элементарную ячейку, к объему ячейки?**

А) Коэффициент компактности. В) Координационное число. С) Базис решетки. D) Параметр решетки.

**№ 24. Каковы индексы кристаллографического направления  $OB$  (рис. 7)?**

А)  $(121)$ . В)  $[-121]$ . С)  $[122]$ . D)  $[0,5; 1; 0,5]$ .

№ 25. Каковы кристаллографические индексы заштрихованной плоскости (рис. 8)?

A) (111). B) (011). C) (220). D) (100).

№ 26. Как называется явление, заключающееся в неоднородности свойств материала в различных кристаллографических направлениях?

A) Изотропность. B) Анизотропия. C) Текстура. D) Полиморфизм.

№ 27. Какие тела обладают анизотропией?

A) Текстурированные поликристаллические материалы. B) Ферромагнитные материалы. C) Поликристаллические вещества. D) Аморфные материалы.

№ 28. Какие тела обладают анизотропией?

A) Парамагнетики. B) Монокристаллы. C) Вещества, обладающие полиморфизмом. D) Переохлаждённые жидкости.

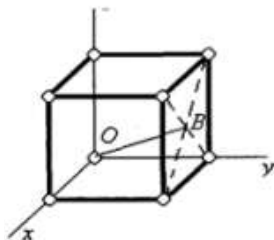


Рис. 7

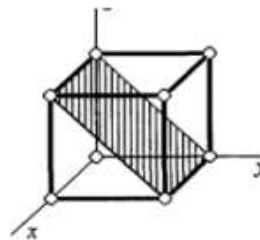


Рис. 8

№ 29. Какую группу дефектов представляют собой искажения, охватывающие области в радиусе 6 ... 7 периодов кристаллической решетки?

A) Поверхностные. B) Объемные. C) Точечные. D) Линейные.

№ 30. Как называется дефект, вызванный отсутствием атома в узле кристаллической решетки?

A) Дислокация. B) Пора. C) Вакансия. D) Межузельный атом.

№ 31. Какого рода дефект кристаллической структуры представлен на рис. 11?

A) Примесный атом внедрения. B) Межузельный атом. C) Примесный атом замещения. D) Вакансия.

№ 32. Как называется элемент кристаллической структуры, помеченный на рис. 12 знаком вопроса?

A) Плоскость скольжения. B) Краевая дислокация. C) Цепочка межузельных атомов. D) Экстраплоскость.

№ 33. Как называются дефекты, измеряемые в двух направлениях несколькими периодами, а в третьем - десятками и сотнями тысяч периодов кристаллической решетки?

A) Межузельные атомы. B) Поверхностные дефекты. C) Дислокации. D) Микротрещины.

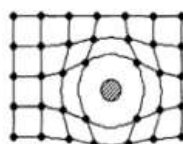


Рис. 11

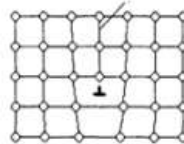


Рис. 12

№ 34. Что такое экстраплоскость?

A) Плоскость раздела фрагментов зерна или блоков мозаичной структуры. B) Поверхностный дефект кристаллической решетки. C) Атомная полуплоскость, не имеющая продолжения в нижней или верхней частях кристаллической решетки. D) Атомная плоскость, по которой происходит скольжение одной части кристалла относительно другой.

**№ 35. Как называется дефект, представляющий собой область искажений кристаллической решетки вдоль края экстраплоскости?**

А) Краевая дислокация. В) Цепочка вакансий. С) Микротрещина. D) Винтовая дислокация.

**№ 36 .... представляет собой переходную область в 3 ... 4 периода от кристаллической решетки одной ориентации к решетке другой ориентации". О какой структуре идет речь?**

А) Об атмосфере Коттрелла. В) О винтовой дислокации. С) О большеугловой (межзеренной) границе. D) О малоугловой (межблочной) границе.

### Теория сплавов

**№ 37. Какими факторами определяется кристаллизация?**

А) Числом частиц нерастворимых примесей и наличием конвективных потоков. В) Числом центров кристаллизации и скоростью роста кристаллов из этих центров. С) Степенью переохлаждения сплава. D) Скоростью отвода тепла.

**№ 38. Чем определяется форма зерен металла?**

А) Условиями столкновения растущих зародышей правильной формы. В) Формой частиц нерастворимых примесей, на которых протекает кристаллизация. С) Интенсивностью тепловых потоков. D) Формой кристаллических зародышей.

**№ 39. Как зависит размер зерен металла от степени переохлаждения его при кристаллизации?**

А) Чем больше степень переохлаждения, тем крупнее зерно. В) Размер зерна не зависит от степени переохлаждения. С) Чем больше степень переохлаждения, тем мельче зерно. D) Зависимость неоднозначна: с увеличением переохлаждения зерно одних металлов растет, других - уменьшается.

**№ 40. Какую структуру можно ожидать, если при кристаллизации достигнута степень переохлаждения  $n$  1 (рис 15)?**

А) Любую. Характер структуры мало зависит от степени переохлаждения. В) Аморфную. С) Крупнокристаллическую. D) Мелкокристаллическую.

**№ 41. Как называется структура, схема которой представлена на рис. 16?**

А) Дендрит. В) Блок мозаичной структуры. С) Сложная кристаллическая решетка. D) Ледебурит.

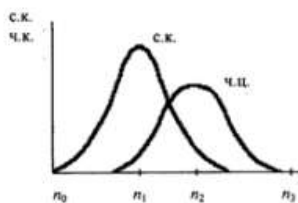


Рис. 15

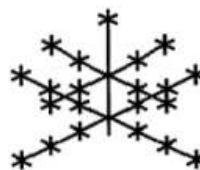


Рис. 16

### Виды сплавов

**№ 42. Микроструктура какого сплава представлена на рис. 17?**

А) Твердого раствора внедрения. В) Твердого раствора замещения. С) Механической смеси. D) Химического соединения.

**№ 43. Микроструктура какого сплава представлена на рис. 18?**

А) Механической смеси. В) Чистого металла. С) Химического соединения. D) Твердого раствора.

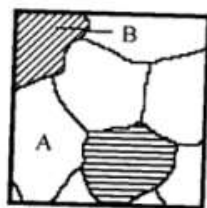


Рис. 17

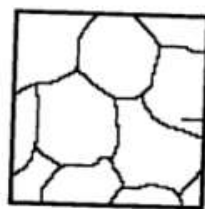


Рис. 18

**№ 44. Кристаллическая решетка какого сплава представлена на рис. 19?**

- A) Механической смеси. B) Твердого раствора внедрения. C) Химического соединения  
D) Твердого раствора замещения.

**№ 45. Какому типу сплавов принадлежит кристаллическая решетка, представленная на рис. 20?**

- A) Твердому раствору внедрения. B) Твердому раствору замещения. C) Химическому соединению. D) Механической смеси.

**№ 46. К какому типу принадлежит сплав, кристаллическая решетка которого представлена на рис. 21?**

- A) К химическим соединениям. B) К твердым растворам замещения. C) К твердым растворам внедрения. D) К механическим смесям.

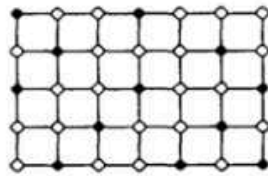
**№ 47. К какому типу принадлежит сплав, кристаллическая решетка которого представлена на рис. 22?**

- A) К химическим соединениям. B) К твердым растворам внедрения. C) К твердым растворам замещения. D) К механическим смесям.

**№ 48. На рис. 23 представлены кристаллические решетки, принадлежащие сплавам одной системы. Какая это система?**

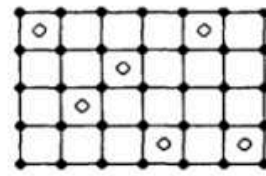
**В системе...**

- A) компоненты ограниченно растворяются друг в друге. B) компоненты неограниченно растворяются друг в друге. C) отсутствует взаимная растворимость компонентов. D) компоненты образуют устойчивое химическое соединение.



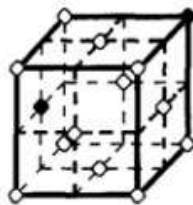
○ - компонент А  
● - компонент В

Рис. 19



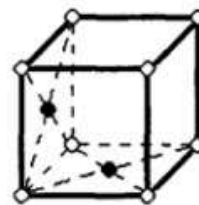
○ - компонент А  
● - компонент В

Рис. 20



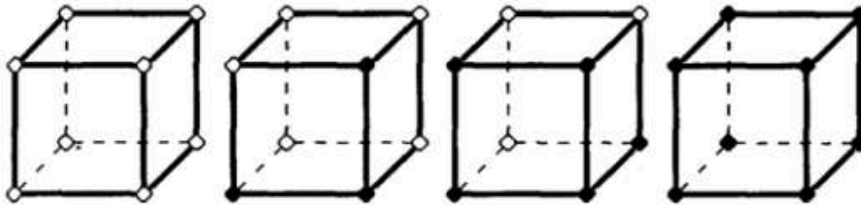
○ - компонент А  
● - компонент В

Рис. 21



○ - компонент А  
● - компонент В

Рис. 22



○ - компонент А ● - компонент В

Рис. 23

№ 49. Для каких сплавов компонентов А и В характерно равенство  $A(B) = B(A)$ ?

А) Для твердых растворов внедрения. В) Для механических смесей. С) Для химических соединений. D) Для неограниченных твердых растворов.

№ 50. Возможна ли 100-процентная концентрация растворяемого компонента в решетке растворителя?

А) Возможна в системе с химическими соединениями. В) Нет. С) Возможна в системе механических смесей. D) Возможна в системе неограниченных твердых растворов.

№ 51. Какой вид имеет уравнение правила фаз?

А)  $C = K + F - 1$ . В)  $C = F + K + 1$ . С)  $C = F - K + 1$ . D)  $C = K - F + 1$ .

№ 52. Каким отрезком определяется концентрация компонента А в точке т диаграммы состояния (рис. 24)?

А) Am. В) fm. С) mB. D) cf

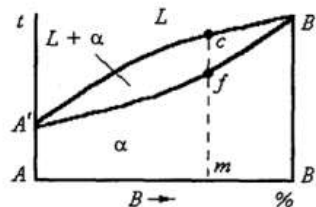


Рис. 24

№ 53. Какая диаграмма состояния представлена на рис. 25?

А) Однокомпонентная диаграмма. В) Диаграмма с химическим соединением. С) Диаграмма с отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии. D) На рисунке представлена не диаграмма, а лишь ее температурная ось.

№ 54. Какая диаграмма состояния представлена на рис. 26?

А) С неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. В) С химическим соединением. С) С отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии. D) С ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.

**№ 55. Что такое эвтектика?**

А) Вещество, образующееся при некотором соотношении компонентов и имеющее кристаллическую решетку, отличную от решеток, составляющих эвтектику веществ. В) Механическая смесь двух компонентов. С) Неограниченный твердый раствор компонентов друг в друге. D) Механическая смесь, образующаяся в результате одновременной кристаллизации компонентов или твердых растворов из жидкого раствора.

**№ 56. Диаграмма состояния какого типа представлена на рис. 27?**

А) С неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. В) С ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. С) С неустойчивым химическим соединением. D) С отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии.

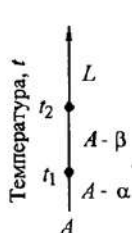


Рис. 25

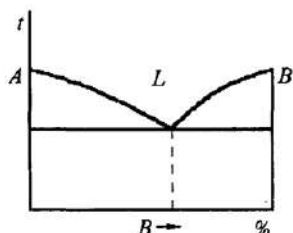


Рис. 26

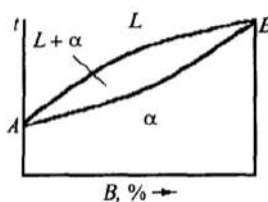


Рис. 27

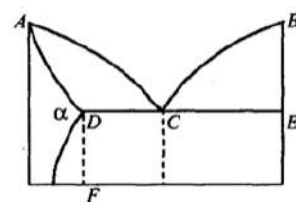


Рис. 28

**№ 57. Какая диаграмма состояния представлена на рис. 28?**

А) С неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. В) С ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. С) С химическим соединением. D) С отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии.

**№ 58. Отношением каких отрезков определяется количество кристаллической фазы в сплаве / - / в точке b(рис. 29)?**

А)  $bclac$ . В)  $bclab$ . С)  $ab/ac$ . D)  $ab/bc$ .

**№ 59. В каком из сплавов эвтектическая реакция займет больше времени, если скорость кристаллизации во всех сплавах одинакова (рис. 30)?**

А) e. В) c. С) Во всех сплавах одинаково. D) d.

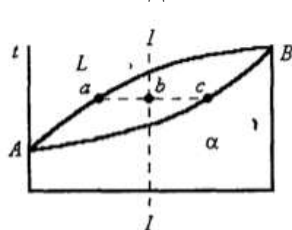


Рис. 29

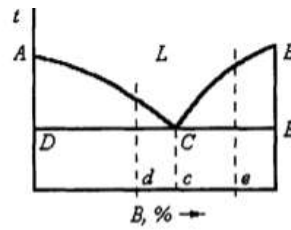


Рис. 30

**№ 60. При каких температурных условиях кристаллизуются чистые металлы?**

А) В зависимости от природы металла температура может снижаться в одних случаях, повышаться в других и оставаться постоянной в третьих. В) При снижающейся температуре. С) При растущей температуре. D) При постоянной температуре.

**№ 61. При каких температурных условиях кристаллизуются сплавы в системе с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии?**

А) Все сплавы кристаллизуются при снижающейся температуре. В) Кристаллизация сплавов протекает при снижающейся температуре, завершается -при постоянной. С) Все сплавы кристаллизуются при постоянной температуре. D) Сплавы кристаллизуются при растущей температуре (из-за выделения скрытой теплоты кристаллизации).

**№ 62. При каких температурных условиях кристаллизуются эвтектики в двухкомпонентных сплавах?**

А) При снижающейся температуре. В) В зависимости от вида сплава температура может расти в одних случаях, снижаться в других и оставаться постоянной в третьих. С) При постоянной температуре. D) При растущей температуре.

**№ 63. Как меняется температура сплавов системы с отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии в процессе кристаллизации?**

А) Снижается (кроме эвтектического сплава), завершается кристаллизация всех сплавов при постоянной температуре. В) Остается постоянной. С) Снижается. D) Снижается (кроме эвтектического сплава), завершается кристаллизация некоторых сплавов при постоянной температуре.

**№ 64. В чем состоит отличие эвтектоидного превращения от эвтектического?**

А) При эвтектоидном превращении возникают промежуточные фазы, при эвтектическом - механические смеси. В) Принципиальных отличий нет. Это однотипные превращения. С) При эвтектоидном превращении распадается твердый раствор, при эвтектическом - жидкий. D) При эвтектоидном превращении из твердых растворов выделяются вторичные кристаллы, при эвтектическом - из жидкости - первичные.

**№ 65. Какому сплаву (каким сплавам) принадлежит кривая охлаждения В (рис.31)?**

А) d. В) a и d. С) b. D) b и c.

**№ 66. Какая из приведенных структур принадлежит сплаву 1 - 1 при комнатной температуре (рис. 32)?**

А) В. В) С. С) А. D) D.

**№ 67. В какой из диаграмм (рис. 33) имеется неустойчивое химическое соединение?**

А) D. В) С. С) В. D) А.

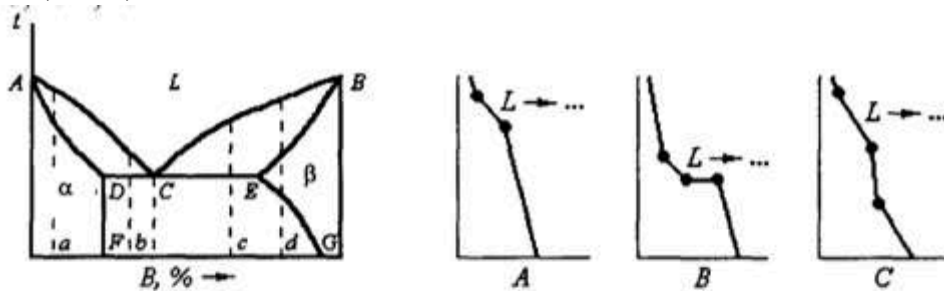


Рис. 31

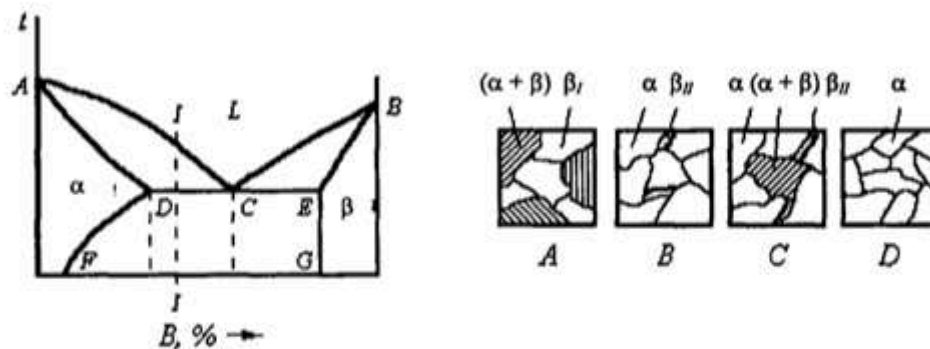


Рис. 32

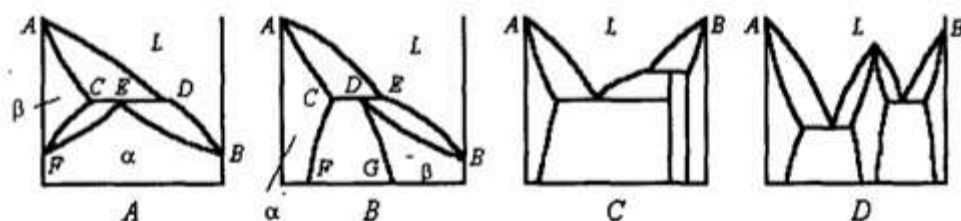


Рис. 33



№ 68. На рис. 34 представлена диаграмма состояния с полиморфным превращением компонента А. Какое из суждений о диаграмме справедливо?

- А) Высокотемпературная модификация компонента А изоморфна В. В) Тип кристаллической решетки компонента А отличен от В. С) Низкотемпературная модификация А изоморфна компоненту В. D) Компонент А имеет кристаллическую решетку того же типа, что и компонент В.

№ 69. Какое из суждений относительно приведенной на рис. 35 диаграммы справедливо? На рис. 35 приведена диаграмма...

- А) А - В. Компоненты А и В неограниченно растворяются друг в друге. В) с полиморфным превращением. Обе модификации А изоморфны компоненту В. С) с эвтектикой. Низкотемпературная модификация А и компонент В имеют односторонние решетки. D) с перитектикой. Компонент А имеет полиморфное превращение. Низкотемпературная модификация А изоморфна В.

№ 70. В какой диаграмме (каких диаграммах) состояния есть полиморфное превращение (рис. 36)?

- А) D. В) A. С) C. D) В и С.

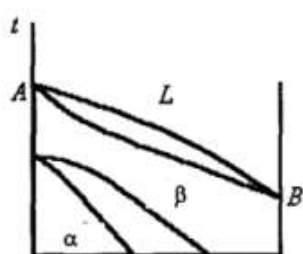


Рис. 34

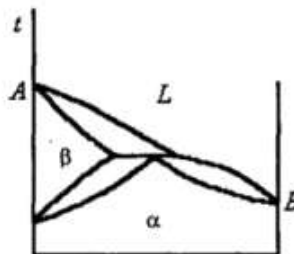


Рис. 35

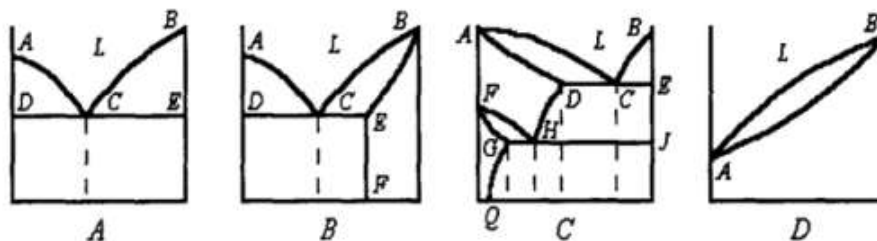


Рис. 36

№71. Каков состав сплава в точке z (рис. 37) тройной системы ABC?

- А) А = 30 %, В = 60 %, С = 10 %. В) А = 10 %, В = 60 %, С = 30 %. С) А = 60 %, В = 10 %, С = 30 %. D) А = 10 %, В = 30%, С = 60 %.

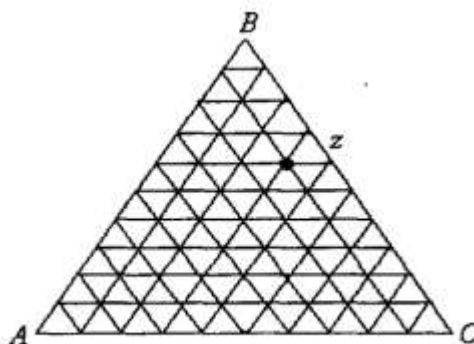


Рис. 37

№ 72. Как влияет поверхностное упрочнение на чувствительность металла к концентраторам напряжений?

- А) Не влияет на чувствительность. В) Характер влияния зависит от вида упрочнения. С) Понижает чувствительность. D) Повышает чувствительность.

**№ 73. Что такое длительная прочность?**

А) Напряжение, вызывающее разрушение при определенной температуре за данный отрезок времени. В) Свойство материала сопротивляться развитию постепенного разрушения, обеспечивая работоспособность детали в течение заданного времени. С) Долговечность детали от момента зарождения первой макроскопической трещины усталости до разрушения. D) Напряжение, вызывающее заданную скорость деформации при данной температуре.

**№ 74. Что такое предел ползучести?**

А) Этап ползучести, предшествующий разрушению, при котором металл деформируется с постоянной скоростью. В) Напряжение, при котором пластическая деформация достигает заданной малой величины, установленной условиями. С) Напряжение, которому соответствует пластическая деформация 0,2 %. D) Напряжение, вызывающее данную скорость деформации при данной температуре.

**№ 75. Что такое удельные механические свойства?**

А) Отношение прочностных свойств материала к его пластичности. В) Отношение механических свойств материала к его плотности. С) Отношение механических свойств материала к площади сечения изделия. D) Отношение механических свойств материала к соответствующим свойствам железа.

**№ 76. Как называется явление упрочнения материала под действием пластической деформации?**

А) Текстура. В) Улучшение. С) Деформационное упрочнение. D) Полигонизация

**№ 77. Что такое критическая степень деформации?**

А) Степень деформации, приводящая после нагрева деформированного материала к гигантскому росту зерна. В) Степень деформации, при которой достигается наибольшая возможная плотность дефектов кристаллической структуры. С) Минимальная степень деформации, при которой запас вязкости материала становится равным нулю. D) Минимальная степень деформации, при которой рекристаллизационные процессы не вызывают роста зерна.

**№ 78. Что такое рекристаллизация? Это группа явлений, происходящих при нагреве деформированного металла и охватывающих...**

А) процессы образования субзерен с малоугловыми границами, возникающими при скольжении и переползании дислокаций. В) все изменения кристаллического строения и связанных с ним свойств. С) процессы зарождения и роста новых зерен с меньшим количеством дефектов строения. D) изменения тонкой структуры (главным образом уменьшение количества точечных дефектов).

**№ 79. Что такое отдых? Это группа явлений, происходящих при нагреве деформированного металла и охватывающих...**

А) процессы зарождения и роста новых зерен с меньшим количеством дефектов строения. В) процессы образования субзерен с малоугловыми границами, возникающими при скольжении и переползании дислокаций. С) изменения тонкой структуры (главным образом уменьшение количества точечных дефектов). D) все изменения кристаллического строения и связанных с ним свойств.

**№ 80. Что такое возврат?**

Это группа явлений, происходящих при нагреве деформированного металла и охватывающих...

А) процессы образования субзерен с малоугловыми границами, возникающими при скольжении и переползании дислокаций. В) изменения тонкой структуры (главным образом уменьшение количества точечных дефектов). С) процессы зарождения и роста новых зерен с меньшим количеством дефектов строения. D) все изменения кристаллического строения и связанных с ним свойств.

**№ 81. Что такое полигонизация?**

Это группа явлений, происходящих при нагреве деформированного металла и охватывающих...

- A) процессы зарождения и роста новых зерен с меньшим количеством дефектов строения.
- B) процессы образования субзерен с малоугловыми границами, возникающими при скольжении и переползании дислокаций.
- C) изменения тонкой структуры (главным образом уменьшение количества точечных дефектов).
- D) все изменения кристаллического строения и связанных с ним свойств.

**№ 82. Какое деформирование металла называют холодным?**

- A) Деформирование, при котором не возникает деформационное упрочнение.
- B) Деформирование при температуре ниже температуры рекристаллизации.
- C) Деформирование при комнатной температуре.
- D) Деформирование при отрицательных температурах.

**№ 83. Как зависит температура рекристаллизации металла от его чистоты?**

- A) Чем чище металл, тем выше температура рекристаллизации.
- B) Температура рекристаллизации не зависит от чистоты металла.
- C) Для металлов зависимость имеет знак плюс (чем чище металл, тем выше температура), для легированных сплавов - минус.
- D) Чем чище металл, тем ниже температура рекристаллизации.

**№ 84. Как называется структура, представляющая собой твердый раствор углерода в железе?**

- A) Перлит.
- B) Цементит.
- C) Феррит.
- D) Аустенит.

**№ 85. Как называется структура, представляющая собой твердый раствор углерода в ужелезе?**

- A) Цементит.
- B) Феррит.
- C) Аустенит.
- D) Ледебурит.

**№ 86. Как называется структура, представляющая собой карбид железа -Fe<sub>3</sub>C?**

- A) Феррит.
- B) Аустенит.
- C) Ледебурит.
- D) Цементит.

**№ 87. Как называется структура, представляющая собой механическую смесь феррита и цементита?**

- A) Перлит.
- B) δ-феррит.
- C) Аустенит.
- D) Ледебурит.

**№ 88. Как называется структура, представляющая собой механическую смесь аустенита и цементита?**

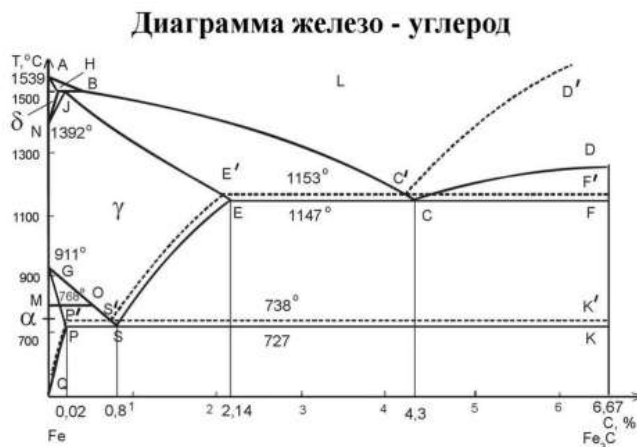
- A) Перлит.
- B) Феррит.
- C) Ледебурит.
- D) δ-феррит.

**№ 89. На каком участке диаграммы железо-цементит протекает эвтектоидная реакция?**

- A) В области QPSKL.
- B) В области SECFK.
- C) На линии ECF.
- D) На линии PSK.

**№ 90. На каком участке диаграммы железо-цементит протекает эвтектическая реакция?**

- A) На линии ECF.
- B) В области SECFK.
- C) В области EIBC.
- D) На линии PSK.



**№ 91. Какой процесс протекает на линии НВ диаграммы железо-углерод?**

- A) Исчезают кристаллы δ-феррита.
- B) Образование перлита.
- C) Перитектическая реакция.
- D) Завершается кристаллизация доэвтектоидных сталей.

**№ 92. Какая из структурных составляющих железоуглеродистых сплавов обладает при комнатной температуре наибольшей пластичностью?**

А) Аустенит. В) Феррит. С) Цементит. D) Перлит.

**№ 93. Какая из структурных составляющих железоуглеродистых сплавов обладает наибольшей твердостью?**

А) Аустенит. В) Перлит. С) Феррит. D) Цементит.

**№ 94. Сколько процентов углерода (С) содержится в углеродистой заэвтектоидной стали?**

А)  $0,02 < C < 0,8$ . В)  $4,3 < C < 6,67$ . С)  $2,14 < C < 4,3$ . D)  $0,8 < C < 2,14$ .

**№ 95. Каков структурный состав заэвтектоидной стали при температуре ниже 727 °С?**

А) Ледебурит + первичный цементит. В) Феррит + третичный цементит. С) Перлит + вторичный цементит. D) Феррит + перлит.

**№ 96. На рис. 40 представлена схема структуры стали. Какая это сталь?**

А) Техническое железо. В) Эвтектоидная. С) Заэвтектоидная. D) Доэвтектоидная.

**№ 97. На рис. 41 представлена схема структуры доэвтектоидной стали. Как называется структурная составляющая, помеченная знаком вопроса?**

А) Феррит. В) Аустенит. С) Вторичный цементит. D) Перлит.

**№ 98. Какие железоуглеродистые сплавы называют чугунами?**

А) Содержащие углерода более 0,8 %. В) Содержащие углерода более 4,3 %. С) Содержащие углерода более 0,02 %. D) Содержащие углерода более 2,14 %.

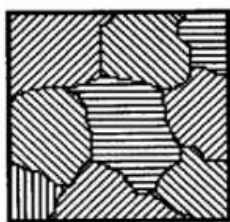


Рис. 40



Рис. 41

**№ 99. Какой чугун называют белым?**

А) В котором весь углерод или часть его содержится в виде графита. В) В котором весь углерод находится в химически связанном состоянии. С) В котором металлическая основа состоит из феррита. D) В котором наряду с графитом содержится ледебурит.

**№ 100. Какова форма графита в белом чугуне?**

А) Хлопьевидная. В) В белом чугуне графита нет. С) Шаровидная. D) Пластинчатая.

**№ 101. В доэвтектических белых чугунах при температуре ниже 727 °С присутствуют две фазовые составляющие: цементит и ... . Как называется вторая фаза?**

А) Феррит. В) Аустенит. С) Ледебурит. D) Перлит.

**№ 102. В каком из перечисленных в ответе сплавов одной из структурных составляющих является ледебурит?**

А) Доэвтектический белый чугун. В) Сталь при температуре, выше температуры эвтектоидного превращения. С) Ферритный серый чугун. D) Техническое железо.

**№ 103. Как по микроструктуре чугуна определяют его вид (серый, ковкий, высокопрочный)?**

А) По размеру графитных включений. В) По характеру металлической основы. С) По форме графитных включений. D) По количеству графитных включений.

**№ 104. Как по микроструктуре чугуна определяют его вид (ферритный, ферритноперлитный, перлитный)?**

А) По размеру графитных включений. В) По количеству графитных включений. С) По форме графитных включений. D) По характеру металлической основы.

**№ 105. Какие железоуглеродистые сплавы называют ферритными чугунами?**

А) Сплавы, в которых весь углерод (более 2,14 %) находится в виде графита. В) Чугуны, в структуре которых наряду с цементитом имеется феррит. С) Сплавы с ферритной структурой. D) Чугуны, в которых графит имеет пластинчатую форму.

**№ 106. Сколько содержит связанного углерода ферритный серый чугун?**

А) 4,3 % . В) 0,0 % . С) 2,14 % . D) 0,8 %.

**№ 107. Сколько содержит связанного углерода перлитный серый чугун?**

А) 2,14 % . В) 0,8 % . С) 4,3 % . D) 0 %.

**№ 108. В каком из ответов чугуны с одинаковой металлической основой размещены в порядке возрастания прочности при растяжении?**

А) Высокопрочный-ковкий-серый. В) Серый-высокопрочный-ковкий. С) Ковкий-высокопрочный-серый. D) Серый-ковкий-высокопрочный.

**№ 109. На рис. 42 представлена схема структуры железоуглеродистого сплава. Какой это сплав?**

А) Техническое железо. В) Ферритный серый чугун. С) Заэвтектический белый Чугун. D) Эвтектоидная сталь.

**№ 110. В поле микроскопа (рис. 43) на фоне равноосных светлых зерен видны шаровидные включения графита. О каком сплаве идет речь?**

А) О ферритном высокопрочном чугуне. В) О текстурированном техническом железе С) О ферритно-перлитном ковком чугуне. D) О доэвтектическом белом чугуне.

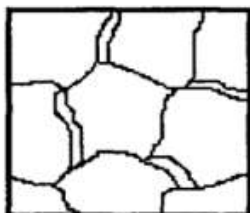


Рис. 42

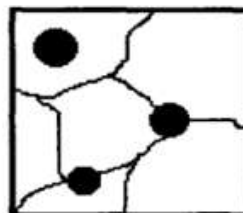


Рис. 43

**№ 111. Какой чугун получают путем длительного отжига белого чугуна?**

А) Ковкий. В) Отбеленный. С) Серый. D) Высокопрочный.

**№ 112. Какой чугун получают путем модифицирования жидкого расплава магнием или церием?**

А) Серый. В) Белый. С) Высокопрочный. D) Ковкий.

**№ 113. Какие сплавы системы А-В (рис. 44) могут быть закалены?**

А) Любой сплав. В) Сплавы, лежащие между Е и Б. С) Ни один из сплавов. D) Сплавы, лежащие между а и Е.

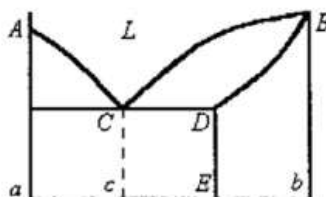


Рис. 44

**№ 114. Как называется склонность (или отсутствие таковой) аустенитного зерна к росту?**

А) Отпускная хрупкость. В) Наследственная или природная зернистость. С) Аустенизация. D) Действительная зернистость.

**№ 115. Какие из перечисленных в ответах технологические процессы следует проводить с учетом наследственной зернистости?**

А) Холодная обработка давлением. В) Литье в песчаные формы. С) Высокий отпуск D) Закалка, отжиг.

**№ 116. Металлографический анализ наследственно мелкозернистой стали показал, что размер ее зерна находится в пределах 0,05 ... 0,08 мм. Какое зерно имеется в виду?**

А) Действительное. В) Начальное. С) Наследственное. D) Исходное.

**№ 117. Чем объясняется, что троостит обладает большей твердостью, чем сорбит?**

А) Форма цементитных частиц в троостите отличается от формы частиц в сорбите. В) В троостите меньше термические напряжения, чем в сорбите. С) Троостит содержит больше (по массе) цементитных частиц, чем сорбит. D) В троостите цементитные частицы более дисперсны, чем в сорбите.

**118. Какую кристаллическую решетку имеет мартенсит?**

А) Кубическую. В) ГПУ. С) Тетрагональную. D) ГЦК.

**№ 119. Как называется структура, представляющая собой пересыщенный твердый раствор углерода в  $\alpha$ -железе?**

А) Мартенсит. В) Цементит. С) Феррит. D) Аустенит.

**№ 120. Какую скорость охлаждения при закалке называют критической?**

А) Максимальную скорость охлаждения, при которой еще протекает распад аустенита на структуры перлитного типа. В) Минимальную скорость охлаждения, необходимую для получения мартенситной структуры. С) Минимальную скорость охлаждения, необходимую для фиксации аустенитной структуры. D) Минимальную скорость охлаждения, необходимую для закалки изделия по всему сечению.

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

1. Типы и классы современных и перспективных неорганических и органических материалов.
2. Механические и физические свойства, стандартные испытания, свойства, как показатели качества.
3. Особенности создания материалов на основе диссипативных структур (открытые системы, диссипативные структуры, хаос. Принцип Кюри, соотношения Онсагера).
4. Классификация наноматериалов. Наночастицы, наноструктуры и наноматериалы. Размерные эффекты.
5. Основы разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации наноматериалов.
6. Классификация пористых материалов. Способы получения ячеистых материалов и их свойства.
7. Тонкие плёнки и покрытия. Свойства тонких плёнок. Классификация покрытий и их назначение.
8. Сверхтвёрдые материалы. Синтетические алмазы. Методы получения. Механизмы фазового превращения «графит-алмаз».
9. Биоматериалы. Требования к биоматериалам. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью. Применения различных видов керамики в медицине.
10. Аморфные металлы и металлические стёкла. Стеклокерамика. Аморфные полупроводники.
11. Стали с метастабильным аустенитом и сплавы с памятью формы. Структура и свойства.
12. Классификация керамических электротехнических материалов. Технологии изготовления и области применения сегнетоэлектриков, пьезоэлектриков и пьезоэлектриков.
13. Жидкие кристаллы. Использование жидкокристаллических матриц для получения мезопористых структур, наноматериалов и биосенсоров.

14. Полупроводники и основные типы полупроводниковых материалов. Принцип действия основных полупроводниковых устройств (диод, транзистор, фотоэлемент, СИЭ, лазер, преобразование солнечной энергии).
15. Технологии производства твёрдых электролитов и их применение (источники тока на основе кобальтитов, манганитов и никелатов лития, материалы микробатарей кардиостимуляторов, топливные элементы, химические датчики).
16. Сверхпроводящие материалы. Взаимосвязь состав — структура — свойство для высокотемпературных сверхпроводников на основе купратов. Методы получения. Области и перспективы применения.
17. Магнитные наноматериалы. Функциональные параметры. Области применения, взаимосвязь структуры и свойств.
18. Материалы для фотоники. Светочувствительные материалы, люминесценция, фотолюминесценция, пиро-, трибо-, электролюминесценция, оптоволокно, фотонные кристаллы, нелинейно-оптические кристаллы, болометры, фотоумножители, ночное видение, голография.
19. Лазерная обработка материалов Принцип действия и типы лазеров. Применение лазерных технологий.
20. Сущность процесса электроэрозионной обработки (ЭЭО). Сведения о единичной лунке. Расчётные формулы и зависимости параметров ЭЭО.
21. Технология финишной абразивной обработки материалов Сущность процесса абразивной доводки. Области применения процесса абразивной доводки и полировки в нанометровом диапазоне.
22. Сканирующая электронная микроскопия Физические принципы взаимодействия электронного пучка с образцом. Задачи, решаемые с помощью сканирующей электронной микроскопии.
23. Спектроскопические методы исследований материалов. Малоугловое рассеяние. Исследование материалов с использованием синхротронного излучения. Электронная спектроскопия.

#### 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) Барыбин, А. А. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А. А. Барыбин, В. А. Бахтина, В. И. Томилин, Н. П. Томилина. - Красноярск : СФУ, 2011. - 236 с. - ISBN 978-5-7638-2396-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/441543> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
- 2) Горохов, В. А. Материалы и их технологии : учебник : в 2 частях. Часть 1 / В. А. Горохов, Н. В. Беляков, А. Г. Схиртладзе ; под ред. В. А. Горохова. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. — 589 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009529-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1014069> (дата обращения: 06.06.2024)



## Дополнительная литература

1. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков: учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МИСИС, 2003. – 480 с.
2. Поздняков А.В. Физическое материаловедение наноструктурных материалов: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГИУ, 2006. – 423 с.
3. Либенсон Г.А., Лопатин В.Ю., Комарницкий Г.В. Процессы порошковой металлургии: учеб. для вузов: в 2 т. – Т. 1. Получение порошков. – М.: Изд-во МИСИС, 2001. – 367 с. Либенсон Г.А., Лопатин В.Ю., Комарницкий Г.В. Процессы порошковой металлургии: учеб. для вузов: в 2 т. – Т. 2. Формование и спекание порошков. – М.: Изд-во МИСИС, 2001. – 319 с.
4. Алымов М.И. Порошковая металлургия нанокристаллических материалов. – М.: Наука, 2007. – 180 с.
5. Износостойкие композиционные материалы / Ю.Г. Гуревич, В.Н. Анциферов, Л.М. Савиных, С.А. Оглезнева, В.Я. Буланов. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2005. – 216 с.
6. Нанотехнологии: азбука для всех / под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: Физматлит, 2009. – 368 с.
7. Проблемы порошкового материаловедения / В.Н. Анциферов, С.Н. Боброва, С.А. Оглезнева [и др.]. – Екатеринбург: Наука, 2000. – 250 с.
8. Васильев В.А., Митин Б.С., Пашков И.Н. Высокоскоростное затвердевание расплава: теория, технология, материалы. – М.: Интермет Инжиниринг, 1998. – 395 с.
9. Синтетические сверхтвердые материалы: в 3 т. – Т. 1. Синтез сверхтвердых материалов / под ред. Н.В. Новикова. – Киев: Наукова думка, 1986. – 279 с.
10. Суперсплавы: Жаропрочные материалы для аэрокосмических и промышленных энергоустановок: в 2 кн. / под ред. Ч.Т. Симса, Н.С. Стоффа, У.К. Хагеля. – М.: Металлургия, 1995. – Кн. 1. – 384 с.; Кн. 2. – 384 с. 306
11. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И. Материаловедение. – М.: Химиздат, 2007. – 784 с.
12. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы: методы получения и свойства. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1998. – 186 с.
13. Ткачев А.Г. Аппаратура и методы синтеза твердотельных наноструктур: моногр. – М.: Машиностроение, 2007. – 226 с.
14. Эгертон Р.Ф. Физические принципы электронной микроскопии. Введение в просвечивающую, растровую и аналитическую электронную микроскопию: моногр.: пер. с англ. – М.: Техносфера, 2010. – 300 с.
15. Анциферов В.Н. Наука о материалах и высокие технологии: современные проблемы, прогноз развития в Российской Федерации: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – 42 с.
16. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы / под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: Физматлит, 2010. – 456 с.
17. Рыжонков Д.И., Лёвина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы: учеб. пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 365 с.
18. Суздаев И.П. Нанотехнология: физикохимия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. – М.: КомКнига, 2006. – 589 с.
19. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. – М.: Академия, 2005. – 187 с.
20. Физическое металловедение: учеб. для вузов / С.В. Грачев, В.Р. Бараз, А.А. Богатов, В.П. Швейкин. – Екатеринбург: Изд-во УГТУ-УПИ, 2001. 534 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.

## 1. Наименование дисциплины: «Современные научные методы. Эксперимент»..

Цель дисциплины: овладение обучающимися современным аппаратом математического анализа для решения физических задач и для дальнейшего его использования другими дисциплинами естественнонаучного содержания.

## 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	<b>Знать:</b> различные направления научных исследований физики (новые и старые) <b>Уметь:</b> выделять научную проблему и ставить конкретную физическую задачу для ее решения <b>Владеть:</b> навыками создания и описания материалов, навыками работы с научной литературой на русском и английском языках
<i>ПК-2 Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	<b>Знать:</b> различные направления научных исследований физики (новые и старые), феноменологию физических процессов и теорий в области магнетизма, термодинамики, спектроскопии и квантовой теории. <b>Уметь:</b> выделять научную проблему и ставить конкретную физическую задачу для ее решения, интерпретировать полученные экспериментальные результаты в физическую теорию, описывающую конкретный наблюдаемый процесс. <b>Владеть:</b> навыками создания и описания материалов, навыками работы с научной литературой на русском и английском языках, навыками выделения конкретной физической теории и числа других, для описания физического процесса, наблюдаемого экспериментально

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современные научные методы. Эксперимент» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Исследование магнитных свойств тонких пленок на вибрационном магнитометре Lakeshore 7400 System.</i>	<i>Исследование магнитных свойств тонких пленок на вибрационном магнитометре Lakeshore 7400 System.</i>
2	<i>Измерение температуры Кюри порошковых образцов на основе Fe с помощью дифференциального сканирующего калориметра NETZSCH 204 F1 Phoenix.</i>	<i>Измерение температуры Кюри порошковых образцов на основе Fe с помощью дифференциального сканирующего калориметра NETZSCH 204 F1 Phoenix.</i>
3	<i>Напыление нанометровых тонких пленок на установке магнетронного напыления ORION-8-UHV (AJA International).</i>	<i>Напыление нанометровых тонких пленок на установке магнетронного напыления ORION-8-UHV (AJA International).</i>

4	Исследование сплавов Гейслера с памятью формы на установке термогравиметрического анализа NETZSCH TG 209 F3 Tarsus.	Исследование сплавов Гейслера с памятью формы на установке термогравиметрического анализа NETZSCH TG 209 F3 Tarsus.
5	Исследования тонких пластин на установке для измерения магнитокалорического эффекта.	Исследования тонких пластин на установке для измерения магнитокалорического эффекта.
6	Метод малого углового вращения для измерения магнитострикции микропроводов на основе сплава FeCo.	Метод малого углового вращения для измерения магнитострикции микропроводов на основе сплава FeCo.
7	Исследование эффекта Керра в образцах ферромагнитных тонких пленок.	Исследование эффекта Керра в образцах ферромагнитных тонких пленок.
8	Технологии ионного плазменного напыления для создания микропокрытий.	Технологии ионного плазменного напыления для создания микропокрытий.
9	Исследование тонких пленок с обменным смещением на сканирующем зондовом микроскопе JSPM-4610A (JEOL, Япония).	Исследование тонких пленок с обменным смещением на сканирующем зондовом микроскопе JSPM-4610A (JEOL, Япония).
10	Устройство сканирующего электронного микроскопа JSM-6390LV (JEOL, Япония)	Устройство сканирующего электронного микроскопа JSM-6390LV (JEOL, Япония)
11	Преимущества и недостатки исследований тонких пленок на автоматизированном сканирующем зондовом микроскопе SmartSPM (Aist-NT, Россия).	Преимущества и недостатки исследований тонких пленок на автоматизированном сканирующем зондовом микроскопе SmartSPM (Aist-NT, Россия).
12	Виды методик проводимых экспериментов на рентгеновском дифрактометре D8 DISCOVER фирмы Bruker AXS.	Виды методик проводимых экспериментов на рентгеновском дифрактометре D8 DISCOVER фирмы Bruker AXS.
13	Опишите принцип работы на исследовательском комплексе на базе Оже-микроанализатора и энергодисперсионного рентгеноспектрального анализатора JEOL JAMP – 9500F.	Опишите принцип работы на исследовательском комплексе на базе Оже-микроанализатора и энергодисперсионного рентгеноспектрального анализатора JEOL JAMP – 9500F.
14	Спектроскопия комбинационного рассеяния. Фундаментальные основы	Спектроскопия комбинационного рассеяния. Фундаментальные основы
15	Анализ органических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии	Анализ органических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии
16	Анализ неорганических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии	Анализ органических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии
17	Микрорамановская спектроскопия.	Микрорамановская спектроскопия.
18	Идентификация неизвестного материала на Рамановском спектрометре.	Идентификация неизвестного материала на Рамановском спектрометре.

19	<i>Определение геометрических параметров пуансона и плоской рентгеновской линзы с помощью электронного микроскопа.</i>	<i>Определение геометрических параметров пуансона и плоской рентгеновской линзы с помощью электронного микроскопа.</i>
20	<i>Определение геометрических параметров линзы с помощью оптического микроскопа</i>	<i>Определение геометрических параметров линзы с помощью оптического микроскопа</i>
21	<i>Анализ дисперсных систем с помощью оптического микроскопа.</i>	<i>Анализ дисперсных систем с помощью оптического микроскопа.</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):

Исследование магнитных свойств тонких пленок на вибрационном магнитометре Lakeshore 7400 System.

Измерение температуры Кюри порошковых образцов на основе Fe с помощью дифференциального сканирующего калориметра NETZSCH 204 F1 Phoenix.

Напыление нанометровых тонких пленок на установке магнетронного напыления ORION-8-UHV (AJA International).

Исследование сплавов Гейслера с памятью формы на установке термогравиметрического анализа NETZSCH TG 209 F3 Tarsus.

Исследования тонких пластин на установке для измерения магнитокалорического эффекта.

Метод малого углового вращения для измерения магнитострикции микропроводов на основе сплава FeCo.

Исследование эффекта Керра в образцах ферромагнитных тонких пленок.

Технологии ионного плазменного напыления для создания микропокрытий.

Исследование тонких пленок с обменным смещением на сканирующем зондовом микроскопе JSPM-4610A (JEOL, Япония).

Устройство сканирующего электронного микроскопа JSM-6390LV (JEOL, Япония).

Преимущества и недостатки исследований тонких пленок на автоматизированном сканирующем зондовом микроскопе SmartSPM (Aist-NT, Россия).

Виды методик проводимых экспериментов на рентгеновском дифрактометре D8 DISCOVER фирмы Bruker AXS.

Опишите принцип работы на исследовательском комплексе на базе Ожемикроанализатора и энергодисперсионного рентгеноспектрального анализатора JEOL JAMP – 9500F.

Спектроскопия комбинационного рассеяния. Фундаментальные основы.

Анализ органических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.

Анализ неорганических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.

Микрорамановская спектроскопия.

Идентификация неизвестного материала на Рамановском спектрометре.

Определение геометрических параметров пуансона и плоской рентгеновской линзы с помощью электронного микроскопа.

Определение геометрических параметров линзы с помощью оптического микроскопа.

Анализ дисперсных систем с помощью оптического микроскопа.

*Форма отчета по выполнению лабораторной работы*

**THE MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION  
OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**IMMANUEL KANT BALTIC FEDERAL UNIVERSITY**

**HIGH SCHOOL OF NANOTECHNOLOGY AND ENGINEERING**

## **Lab Report**

*course “Advanced scientific methods. Experiment”*

### **“Study of 1-st and 2-nd order phase transition in Ni-Mn-Ga Heusler alloy by DSC technique”**

Natalia Perova  
Elena Kozenkova  
1st year of study

PHD student, Sergey Shevyrtalov  
Credited \_\_\_\_\_

Kaliningrad  
2024

OBJECTIVES(as a list 1,2,3...). Aims.

THEORETICAL BACKGROUND

PROCEDURE

RESULTS: Experimental data, calculations.

DISCUSSION: analysis of obtained data, comparing with the literature.

CONCLUSIONS

REFERENCES

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>Исследование магнитных свойств тонких пленок на вибрационном магнитометре Lakeshore 7400 System.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Измерение температуры Кюри порошковых образцов на основе Fe с помощью дифференциального сканирующего калориметра NETZSCH 204 F1 Phoenix</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Напыление нанометровых тонких пленок на установке магнетронного напыления ORION-8-UHV (AJA International).</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Исследование сплавов Гейслера с памятью формы на установке термогравиметрического анализа NETZSCH TG 209 F3 Tarsus.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Исследования тонких пластин на установке для измерения магнитокалорического эффекта.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Метод малого углового вращения для измерения магнитострикции микропроводов на основе сплава FeCo.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Исследование эффекта Керра в образцах ферромагнитных тонких пленок.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируе мой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Технологии ионного плазменного напыления для создания микропокрытий.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Исследование тонких пленок с обменным смещением на сканирующем зондовом микроскопе JSPM-4610A (JEOL, Япония).</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Устройство сканирующего электронного микроскопа JSM-6390LV (JEOL, Япония).</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Преимущества и недостатки исследований тонких пленок на автоматизированном сканирующем зондовом микроскопе SmartSPM (Aist-NT, Россия).</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Виды методик проводимых экспериментов на рентгеновском дифрактометре D8 DISCOVER фирмы Bruker AXS.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Опишите принцип работы на исследовательском комплексе на базе Оже-микроанализатора и энергодисперсионного рентгеноспектрального анализатора JEOL JAMP – 9500F.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Спектроскопия комбинационного рассеяния. Фундаментальные основы.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Анализ органических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Анализ неорганических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Микрорамановская спектроскопия.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Идентификация неизвестного материала на Рамановском спектрометре</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Определение геометрических параметров пуансона и плоской рентгеновской линзы с помощью электронного микроскопа.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Определение геометрических параметров линзы с помощью оптического микроскопа</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Анализ дисперсных систем с помощью оптического микроскопа</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</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:*

*Тема 1. Исследование магнитных свойств тонких пленок на вибрационном магнитометре.*

*Цель : изучение физических аспектов работы установки магнитометрии и получение опыта исследования образцов с ее помощью.*

*Ключевые термины и понятия: закон Фарадея, магнитометрия, магнитное поле, магнитный момент, электрический ток.*

*Теоретическая часть лабораторных работ: определение научной проблемы и постановка задачи исследования магнитных свойств образцов с помощью вибрационного магнитометра.*

*Экспериментальная часть лабораторных работ:*

- Изучения влияния анизотропии формы на магнитные свойства материала.*
- Изучение механизмов перемагничивания ферромагнитных материалов с помощью метода вибрационной магнитометрии*
- Изучение температурной зависимости намагниченности ферромагнетика*

*Вспомогательные средства: установка вибрационной магнитометрии Lakeshore 7400 System, баллон с жидким азотом, расходные материалы.*

*Тема 2. Измерение температуры Кюри порошковых образцов на основе Fe с помощью дифференциального сканирующего калориметра.*

*Цель : изучение физических аспектов работы установки дифференциального сканирующего калориметра и получение опыта исследования образцов с ее помощью.*

*Ключевые термины и понятия: термодинамика, калориметрия, фазовые переходы, первый закон термодинамики, второй закон термодинамики.*

*Теоретическая часть лабораторных работ: определение научной проблемы и постановка задачи исследования образцов с помощью дифференциального сканирующего калориметра.*

*Экспериментальная часть лабораторных работ:*

- Изучение фазовых переходов 1 и 2 рода методом дифференциальной сканирующей калориметрии.*

– Изучение процессов кристаллизации аморфных сплавов методом дифференциальной сканирующей калориметрии.

Вспомогательные средства: установка дифференциального сканирующего калориметра NETZSCH 204 F1 Phoenix, баллон с жидким азотом, набор расходных материалов: тигли, 14 пинцеты, изопропиловый спирт.

Тема 3. Исследование сплавов Гейслера с памятью формы на установке термогравиметрического анализа

Цель: изучение физических аспектов работы установки термогравиметрического анализа и получение опыта исследования образцов с ее помощью.

Ключевые термины и понятия: термодинамика, калориметрия, фазовые переходы, первый закон термодинамики, второй закон термодинамики.

Теоретическая часть лабораторных работ: определение проблемы и постановка научной задачи исследования образцов с установки термогравиметрического анализа.

Экспериментальная часть лабораторных работ:

– Изучение физических процессов, происходящих при отжиге твердотельных образцов.

– Вспомогательные средства: установка термогравиметрического анализа NETZSCH TG 209 F3 Tarsus, баллон с жидким азотом, набор расходных материалов: тигли, пинцеты, изопропиловый спирт.

Тема 4. Исследования порошковых образцов на установке для измерения магнитокалорического эффекта.

Цель: изучение физических аспектов работы установки магнитокалорического эффекта и получение опыта исследования образцов с ее помощью; установление феноменологических законов взаимосвязи температуры тела и его намагниченности.

Ключевые термины и понятия: магнитокалорика, температура, термосопротивление.

Теоретическая часть лабораторных работ: определение проблемы и постановка научной задачи изучения магнитокалорического эффекта в порошковых материалах; описание теории физических процессов, происходящих в образце при его нагревании, с точки зрения магнетизма.

Экспериментальная часть лабораторных работ:

– Изучение физических процессов, происходящих при нагревании тела: изменение его магнитного состояния.

– Вспомогательные средства: установка измерения магнитокалорического эффекта; набор расходных материалов: пинцеты, изопропиловый спирт.

Тема 5. Метод малого углового вращения для измерения магнитострикции микропроводов на основе сплава FeCo.

Цель: изучение физических принципов работы установки измерения эффекта магнитострикции и получение опыта исследования образцов ферромагнитных микропроводов с ее помощью;

Ключевые термины и понятия: стрижция, магнитострикция, магнитная анизотропия.

Теоретическая часть лабораторных работ: определение проблемы и постановка научной задачи изучения эффекта магнитострикции в аморфных микропроводах на основе сплава железо-кобальта; описание теории физических процессов, происходящих в образце при воздействии на него магнитного поля.

Экспериментальная часть лабораторных работ:

– Изучение физических процессов, происходящих при приложении внешнего магнитного поля к образцу микропровода FeCo.

– *Вспомогательные средства: установка измерения эффекта магнитострикции; набор пинцетов.*

*Тема 6. Анализ органических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.*

*Цель: изучение физических принципов работы установки спектроскопии комбинационного рассеяния; исследование химического состава органических соединений.*

*Ключевые термины и понятия: рассеяние, рамановское рассеяние, комбинационное рассеяние, лазерное рассеяние, спектроскопия.*

*Теоретическая часть лабораторных работ: определение проблемы и постановка научной задачи изучения спектров рамановского рассеяния органических веществ; описание теории физических процессов, происходящих в образце при воздействии на него лазерного излучения.*

*Экспериментальная часть лабораторных работ:*

– *Изучение физических процессов, происходящих при лазерном излучении органических порошковых соединений.*

– *Вспомогательные средства: установка рамановского конфокального спектрометра; набор пинцетов, предметное стекло.*

*Тема 7. Анализ неорганических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.*

*Цель: изучение физических принципов работы установки спектроскопии комбинационного рассеяния; исследование спектров комбинационного рассеяния неорганических соединений.*

*Ключевые термины и понятия: рассеяние, рамановское рассеяние, комбинационное рассеяние, лазерное рассеяние, спектроскопия.*

*Теоретическая часть лабораторных работ: определение проблемы и постановка научной задачи изучения спектров рамановского рассеяния неорганических веществ; описание теории физических процессов, происходящих в образце неорганического материала при воздействии на него лазерного излучения.*

*Экспериментальная часть лабораторных работ:*

– *Изучение физических процессов, происходящих при лазерном излучении неорганических порошковых и твердотельных соединений.*

– *Вспомогательные средства: установка рамановского конфокального спектрометра; набор пинцетов, предметное стекло.*

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

- 1. Исследование магнитных свойств тонких пленок на вибрационном магнитометре Lakeshore 7400 System.*
- 2. Измерение температуры Кюри порошковых образцов на основе Fe с помощью дифференциального сканирующего калориметра NETZSCH 204 F1 Phoenix.*
- 3. Напыление нанометровых тонких пленок на установке магнетронного напыления ORION-8-UHV (AJA International).*
- 4. Исследование сплавов Гейслера с памятью формы на установке термогравиметрического анализа NETZSCH TG 209 F3 Tarsus.*
- 5. Исследования тонких пластин на установке для измерения магнитокалорического эффекта.*
- 6. Метод малого углового вращения для измерения магнитострикции микропроводов на основе сплава FeCo.*
- 7. Исследование эффекта Керра в образцах ферромагнитных тонких пленок.*
- 8. Технологии ионного плазменного напыления для создания микропокрытий.*

9. Исследование тонких пленок с обменным смещением на сканирующем зондовом микроскопе JSPM-4610A (JEOL, Япония).
10. Устройство сканирующего электронного микроскопа JSM-6390LV (JEOL, Япония).
11. Преимущества и недостатки исследований тонких пленок на автоматизированном сканирующем зондовом микроскопе SmartSPM (Aist-NT, Россия).
12. Виды методик проводимых экспериментов на рентгеновском дифрактометре D8 DISCOVER фирмы Bruker AXS.
13. Опишите принцип работы на исследовательском комплексе на базе Оже-микроанализатора и энергодисперсионного рентгеноспектрального анализатора JEOL JAMP – 9500F.
14. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Фундаментальные основы.
15. Анализ органических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.
16. Анализ неорганических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.
17. Микрорамановская спектроскопия.
18. Идентификация неизвестного материала на Рамановском спектрометре
19. Определение геометрических параметров пюансона и плоской рентгеновской линзы с помощью электронного микроскопа.
20. Определение геометрических параметров линзы с помощью оптического микроскопа.
21. Анализ дисперсных систем с помощью оптического микроскопа.

#### 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	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать,	хорошо		71-85

	более широких 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) Канн, К. Б. Курс общей физики : учебное пособие / К. Б. Канн. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2022. — 368 с. - ISBN 978-5-905554-47-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1094750> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.

#### **Дополнительная литература**

- 1) Советов Б. Я. Моделирование систем : учеб. для академического бакалавриата/ Б.Я. Советов, С.А. Яковлев; С.-Петерб. гос. электротехн. ун-т. -7-е изд. -Москва: Юрайт, 2015. -1 о=эл. опт. диск (DVD-ROM), 343 с.: ил.
- 2) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спириной Кн. 1 : Механика. -351, [3] о=эл. опт. диск (CDROM)
- 3) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спириной Кн. 2 : Электромагнетизм. Оптика. Квантовая физика. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 439, [3] 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.



## 1. Наименование дисциплины: «Физика наноматериалов и наноструктур».

Цель дисциплины: изучение физических основ использования наноматериалов в различных приложениях.

## 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	<b>Знать:</b> основы спинтроники; применение устройств спинтроники;  <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• применять полученные знания в других предметных областях;</li><li>• понимать основные типы взаимодействия (дипольные, спин-орбитальные, обменные взаимодействия) и их влияние на типы упорядочения.</li></ul> <b>Владеть:</b> навыками выполнять измерения свойств материалов

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика наноматериалов и наноструктур» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Нанослои: графен и 2D материалы</i>	<i>Самосборные монослои. Эпитаксиальный графен. Электронная структура графеновых нанолент. Транспорт в графеновых наноструктурах. Графеновые квантовые точки.</i>
2	<i>Углеродные нанотрубки и полимерные композиты</i>	<i>Адгезия между полимерами и УНТ. Дисперсионные методы для УНТ. Химический метод полимеризации. Механические свойства УНТ / Полимерные композиты. Электрические свойства УНТ. Изотропные полимерные композиты Ориентированные полимерные композиты. Моделирование порога перколяции. Термостойкость.</i>
3	<i>Наночернила из металлов для печати</i>	<i>Геометрические аспекты. Модель случайной неплотной упаковки. Размер ядра наночастиц Термодинамическая размерно-зависимая температура плавления. Моделирование оптического плазмонного резонанса. Наночастицы серебра Наночастицы золота Другие металлические наночастицы Металлические наночастицы с высокой полярнорастворяющей дисперсностью.</i>
4	<i>Магнитные наноструктуры</i>	<i>Характерные масштабы. Тонкие пленки. прямая обменная связь, обменное смещение . Тонкие пленки: методы синтеза. Провода и иглы: методы изготовления. Нанодиски.</i>

		<i>Объемные наноструктуры. Рентгеновский нанозонд</i>
5	<i>Манипулирование микро-наноразмерными объектами</i>	<i>и</i> <i>Магнитные наночастицы. Суперпарамагнетизм. Частицы типа «ядро/оболочка» CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> / NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> NPs Суспензии. Покрытые золотом наночастицы магнетита. Манипулирование клетками. Токовые магнитные пинцеты. Магнитная наночастица + биологическая клетка. Магнитный (электромагнитный) пинцет. Лаборатория на чипе. Феррофлюидный насос. Микро ПЦР. 3DМанипулирование: магнитный микроробот. 4D печать - микроактюатор: частицы в полимерах. Тканевая инженерия. Магнитные нанопровода. Магнитные нанопровода + массивы микропаттернов. Манипулирование с помощью микроэлектромагнитов. Биоинспирация.</i>
6	<i>Наносенсоры</i>	<i>Наноразмерная характеристика с флуоресцентными наночастицами. Люминесцентные наночастицы: синтез и оптические свойства. Наноразмерные люминесцентные датчики Оптохимические наносенсоры. Примеры приложений. Критические проблемы для оптохимических наносенсоров. Инфракрасные фотоприемники и матрицы в квантовых точках.</i>
7	<i>Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами</i>	<i>Нанопористые материалы. Характеристика нанопористых материалов Упорядоченная нанопористая структура Основные характеристики упорядоченных мезопористых материалов. Структура упорядоченных мезопористых материалов Механизм синтеза упорядоченных мезопористых материалов. Типичные мезопористые материалы. Гигантская наномембрана. Подходы к изготовлению наномембран Наномембраны из высокосиштых материалов. Физические свойства наномембран. Функциональные возможности наномембран.</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):

*Нанослой: графен и 2D материалы*

*Углеродные нанотрубки и полимерные композиты*

*Наночернила из металлов для печати*

*Магнитные наноструктуры*

*Манипулирование микро- и наноразмерными объектами*

*Наносенсоры.*

*Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами.*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*Тема 1. Нанослой: графен и 2D материалы*

*Вопросы для обсуждения: Самосборные монослои. Эпитаксиальный графен. Электронная структура графеновых нанолент. Транспорт в графеновых наноструктурах. Графеновые квантовые точки.*

*Тема 2. Углеродные нанотрубки и полимерные композиты*

*Вопросы для обсуждения: Адгезия между полимерами и УНТ. Дисперсионные методы для УНТ. Химический метод полимеризации. Механические свойства УНТ / Полимерные композиты. Электрические свойства УНТ. Изотропные полимерные композиты Ориентированные полимерные композиты. Моделирование порога перколяции. Термостойкость.*

*Тема 3. Наночернила из металлов для печати*

*Вопросы для обсуждения: Геометрические аспекты. Модель случайной неплотной упаковки. Размер ядра наночастиц. Термодинамическая размерно-зависимая температура плавления. Моделирование оптического плазмонного резонанса. Наночастицы серебра Наночастицы золота Другие металлические наночастицы Металлические наночастицы с высокой полярно-растворяющей дисперсностью.*

*Тема 4. Магнитные наноструктуры*

*Вопросы для обсуждения: Характерные масштабы. Тонкие пленки. прямая обменная связь, обменное смещение. Тонкие пленки: методы синтеза. Провода и иглы: методы изготовления. Нанодиски. Объемные наноструктуры. Рентгеновский нанозонд*

*Тема 5. Манипулирование микро- и наноразмерными объектами*

*Вопросы для обсуждения: Магнитные наночастицы. Суперпарамагнетизм. Частицы типа «ядро/оболочка»  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  /  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  NPs Суспензии. Покрытые золотом наночастицы магнетита. Манипулирование клетками. Токовые магнитные пинцеты. Магнитная наночастица + биологическая клетка. Магнитный (электромагнитный) пинцет. Лаборатория на чипе. Феррофлюидный насос. Микро ПЦР. 3DМанипулирование: магнитный микроробот. 4D печать - микроактюатор: частицы в полимерах. Тканевая инженерия. Магнитные нанопровода. Магнитные нанопровода + массивы микропаттернов. Манипулирование с помощью микроэлектромагнитов. Биоинспирация.*

*Тема 6. Наносенсоры.*

*Вопросы для обсуждения: Наноразмерная характеристика с флуоресцентными наночастицами. Люминесцентные наночастицы: синтез и оптические свойства. Наноразмерные люминесцентные датчики. Оптохимические наносенсоры. Примеры приложений. Критические проблемы для оптохимических наносенсоров. Инфракрасные фотоприемники и матрицы в квантовых точках.*

*Тема 7. Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами.*

*Вопросы для обсуждения: Нанопористые материалы. Характеристика нанопористых материалов. Упорядоченная нанопористая структура Основные характеристики упорядоченных мезопористых материалов. Структура упорядоченных мезопористых материалов. Механизм синтеза упорядоченных мезопористых материалов. Типичные мезопористые материалы. Гигантская наномембрана. Подходы к изготовлению наномембран. Наномембраны из высокосшитых материалов. Физические свойства наномембран. Функциональные возможности наномембран.*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Нанослои: графен и 2D материалы. Углеродные нанотрубки и полимерные композиты. Наночернила из металлов для печати. Магнитные наноструктуры. Манипулирование микро- и наноразмерными объектами. Наносенсоры. Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Нанослои: графен и 2D материалы. Углеродные нанотрубки и полимерные композиты. Наночернила из металлов для печати. Магнитные наноструктуры. Манипулирование микро- и наноразмерными объектами. Наносенсоры. Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами.*

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. Нанослой: графен и 2D материалы	ОПК-1, ОПК2, ПК-1, ПК2, ПК-3	самостоятельная работа
2. Углеродные нанотрубки и полимерные композиты	ОПК-1, ОПК2, ПК-1, ПК2, ПК-3	самостоятельная работа
3. Наночернила из металлов для печати	ОПК-1, ОПК2, ПК-1, ПК2, ПК-3	самостоятельная работа

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
4. Магнитные наноструктуры	ОПК-1, ОПК2, ПК-1, ПК2, ПК-3	тест
5. Манипулирование микро- и наноразмерными объектами	ОПК-1, ОПК2, ПК-1, ПК2, ПК-3	самостоятельная работа
6. Наносенсоры	ОПК-1, ОПК2, ПК-1, ПК2, ПК-3	самостоятельная работа
7. Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами	ОПК-1, ОПК2, ПК-1, ПК2, 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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

### **Тема 1. Нанослои: графен и 2D материалы**

1. Самосборные монослои.
2. Эпитаксиальный графен.
3. Электронная структура графеновых нанолент.
4. Транспорт в графеновых наноструктурах.
5. Графеновые квантовые точки.

### **Тема 2. Углеродные нанотрубки и полимерные композиты**

1. Адгезия между полимерами и УНТ.
2. Дисперсионные методы для УНТ.
3. Механические свойства УНТ / Полимерные композиты.
4. Электрические свойства УНТ.
5. Изотропные полимерные композиты
6. Ориентированные полимерные композиты.
7. Моделирование порога перколяции.
8. Термостойкость.

### **Тема 3. Наночернила из металлов для печати.**

1. Геометрические аспекты. Модель случайной неплотной упаковки. Размер ядра наночастиц
2. Термодинамическая размерно-зависимая температура плавления.
3. Моделирование оптического плазмонного резонанса.
4. Наночастицы серебра Наночастицы золота Другие металлические наночастицы
5. Металлические наночастицы с высокой полярно-растворяющей дисперсностью.

### **Тема 4. Магнитные наноструктуры.**

1. Характерные масштабы.
2. Тонкие пленки. прямая обменная связь, обменное смещение. Тонкие пленки: методы синтеза.
3. Провода и иглы: методы изготовления.
4. Нанодиски.

## 5. Объемные наноструктуры.

### **Тема 5. Манипулирование микро- и наноразмерными объектами**

1. Магнитные наночастицы. Суперпарамагнетизм.
2. Частицы типа «ядро/оболочка»  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  /  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  NPs. Суспензии. Покрытые золотом наночастицы магнетита.
3. Манипулирование клетками.
4. Токовые магнитные пинцеты.
5. Магнитная наночастица + биологическая клетка. Магнитный (электромагнитный) пинцет.
6. Лаборатория на чипе. Феррофлюидный насос. Микро ПЦР.
7. 3D- Манипулирование: магнитный микроробот.
8. 4D печать - микроактюатор: частицы в полимерах.
9. Тканевая инженерия.
10. Магнитные нанопровода.
11. Магнитные нанопровода + массивы микропаттернов.
12. Манипулирование с помощью микроэлектромагнитов.
13. Биоинспирация.

### **Тема 6. Наносенсоры.**

1. Наноразмерная характеристика с флуоресцентными наночастицами. Люминесцентные наночастицы: синтез и оптические свойства.
2. Наноразмерные люминесцентные датчики. Оптохимические наносенсоры. Примеры приложений. Критические проблемы для оптохимических наносенсоров.
3. Инфракрасные фотоприемники и матрицы в квантовых точках.

### **Тема 7. Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами.**

1. Нанопористые материалы. Характеристика нанопористых материалов
2. Упорядоченная нанопористая структура Основные характеристики упорядоченных мезопористых материалов. Структура упорядоченных мезопористых материалов
3. Механизм синтеза упорядоченных мезопористых материалов. Типичные мезопористые материалы.
4. Гигантская наномембрана. Подходы к изготовлению наномембран Физические свойства наномембран. Функциональные возможности наномембран.

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

Примерный перечень вопросов к зачету:

- 1) Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики и их свойства.
- 2) Петля гистерезиса.
- 3) Методы измерения намагниченности вещества.
- 4) Полная энергия ферромагнитного вещества.
- 5) Магнитострикция. Примеры материалов с высокой магнитострикцией.
- 6) Причины и процесс возникновения доменов.
- 7) Методы измерения скорости движения доменной границы.
- 8) Типы, сходства и различия магнитооптических эффектов.
- 9) Применение термоэлектрических материалов.
- 10) Свойства сплавов Гейслера.
- 11) Применение термомагнитных явлений.
- 12) Примеры устройств, основанных на магнитоэлектрическом эффекте.
- 13) Свойства мультиферроиков.
- 14) Примеры и применение мультиферроиков
- 15) Спин-вентильные устройства.
- 16) Гигантское магнитосопротивление.



- 17) Рассеяние спина на интерфейсах.
- 18) Принцип работы магниторезистивных головок.
- 19) Туннельное магнитосопротивление
- 20) Типы наноструктур
- 21) Примеры фуллеренов
- 22) Применение нанотрубок
- 23) Свойства нанпроводов
- 24) Применение магнитных тонких пленок
- 25) Принцип магнитного охлаждения
- 26) Свойства жидких кристаллов
- 27) Примеры устройств с 3-d дальномерными кристаллами

#### 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) Канн, К. Б. Курс общей физики : учебное пособие / К. Б. Канн. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2022. — 368 с. - ISBN 978-5-905554-47-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1094750> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
- 2) Электромагнетизм : лабораторный практикум / Л. А. Григорьев, С. В. Красильникова, Л. А. Андреева [и др.]. - Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2023. - 80 с. - ISBN 978-5-8158-2346-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2131741> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература

- 1) Шпольский, Э. В.. Атомная физика : учебник : в 2 т./ Э. В. Шпольский Т. 2 : Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. -6-е изд., стер.. -1 г=on-line, 438 с.: ил.
- 2) Шпольский, Э. В.. Атомная физика : учебник : в 2 т./ Э. В. Шпольский Т. 1 : Введение в атомную физику. -8-е изд., стер.. -1 г=on-line, 557, [3]: рис.
- 3) Гончарова Н. Г. Частицы и атомные ядра. Задачи с решениями и комментариями : учеб. пособие/ Н. Г. Гончарова, Б. С. Ишханов, И. М. Капитонов. -Москва: Физматлит, 2013. -1 г=on-line, 448 с.
- 4) Ахманов С. А. Статистическая радиофизика и оптика. Случайные колебания и волны в линейных системах/ С. А. Ахманов, Ю. Е. Дьяков, А. С. Чиркин. -2-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Физматлит, 2010. -1 г=on-line, 423 с.
- 5) Shantanu Bhattacharya, Avinash Kumar Agarwal, T. Rajagopalan, Vinay K. Patel - Nano-Energetic Materials-Springer Singapore (2019)
- 6) Jiwang Yan - Micro and Nano Fabrication Technology-Springer Singapore (2018)
- 7) Antonio Maffucci, Sergey A. Maksimenko - Fundamental and Applied NanoElectromagnetics II\_ THz Circuits, Materials, Devices-Sprin
- 8) Kamel A. Abd-Elsalam, Mohamed A. Mohamed, Ram Prasad - Magnetic Nanostructures\_ Environmental and Agricultural Applications-Springer International Publishing (2017)
- 9) Viswanatha Sharma Korada, Nor Hisham B Hamid (eds.) - Engineering Applications of Nanotechnology\_ From Energy to Drug Delivery.

- 10) Advanced Structured Materials 84) Zishan Husain Khan (eds.) - Nanomaterials and Their Applications-Springer Singapore (2018)
- 11) Kalarikkal, Nandakumar\_ Koshy, Obey\_ Thomas, Sabu - Nanomaterials physical, chemical, and biological applications-Apple Academic Press Inc (2018)
- 12) Dasgupta, Nandita\_ Kumar, Vineet\_ Ranjan, Shivendu - Environmental Toxicity of Nanomaterials-CRC Press (2018)
- 13) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спиринов Кн. 2 : Электромагнетизм. Оптика. Квантовая физика. -1 о=эл. опт. диск (CDROM), 439, [3] с.
- 14) Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму : краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 2. -2000. -1 г=on-line, 88 с.
- 15) УЧЛ - Электронный учебник (ККО=1)
- 16) Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму : краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 1. -1998. -1 г=on-line, 89 с.
- 17) Задачник по электричеству и магнетизму : метод. пособие для студентов физ. фак./ Калинингр. гос. ун-т; сост. Е. Ф. Кондратьев. -Калининград, 1995. -81 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.

**1.Наименование дисциплины:** «Наноматериалы и биологические системы. Бионанотехнологии».

Цель дисциплины: овладение обучающимися об основных принципах и законах о взаимодействии наноматериалов и биологических систем; основных методик и технологий бионанотехнологии.

**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 Способен организовывать , контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i></p>	<p><i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i></p>	<p><b>Знать:</b> особенности строения клеточных мембран и транспорта и их физические особенности; клеточное строение и особенности строения и функций клеточных органелл и их влияние на физические процессы в клетке; строение и функции генетического аппарата клеток; фундаментальные процессы клеточного метаболизма и физический аспект их протекания; особенности физических реакций транспорта веществ через клеточную мембрану; процессы контроля экспрессии генов; физические механизмы взаимосвязи между клетками; механизмы и пути клеточной гибели; основные методы нанотехнологии; методы применения нанотехнологий в медицине и других отраслях.</p> <p><b>Уметь:</b> различать клетки прокариот, эукариот, животные и растительные клетки; выявлять взаимосвязь строения и физических функций биомолекул, биомембран, субчастиц органоидов, органоидов прокариотической и эукариотической клеток; характеризовать основные процессы клеточного метаболизма и связывать их с физическими механизмами; характеризовать клеточный транспорт и его особенности в зависимости от условий и типов клеток; объяснять практическое применение бионанотехнологий в медицине и других отраслях.</p> <p><b>Навыками:</b> овладеть основными методами работы с клеточными культурами, планирования и проведения</p>

		независимого эксперимента, основанного на применении магнитных наноматериалов.
--	--	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Наноматериалы и биологические системы. Бионанотехнологии» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к дисциплинам по выбору.

### 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 клеточную биологию.</i>	<i>Биология – наука о жизни. Основные признаки живого. Уровни биологической организации. Разнообразие жизни. Научное исследование</i>
2	<i>Тема 2. Внутренняя организация клетки прокариот.</i>	<i>Основные структуры прокариотических клеток. Размножение прокариот.</i>

		<i>Бактериальные заболевания у людей. Полезные прокариоты.</i>
3	<i>Тема 3. Внутренняя организация клетки эукариот</i>	<i>Характеристика эукариотических клеток. Плазменная мембрана. Цитоплазма.</i>
4	<i>Тема 4. Вирусы.</i>	<i>Вирусная морфология. Бактериофаги. Вирусные инфекции</i>
5	<i>Тема 5.Клеточный цикл.</i>	<i>Эукариотические хромосомы. Структура хромосом. Клеточный цикл</i>
6	<i>Тема 6. Деление клетки.</i>	<i>Бесполое размножение. Половое размножение. Мейоз.</i>
7	<i>Тема 7. Введение в нанотехнологии</i>	<i>Краткое введение в нанотехнологии. Введение в биофизику-самоорганизация нанотехнологии.</i>
8	<i>Тема 8. Наномagnetизм в медицине: введение в квантовые точки.</i>	<i>Накопление и распределение квантовых точек в клетках. Накопление квантовых точек и распределение in vivo</i>
9	<i>Тема 9. Наномagnetизм в медицине</i>	<i>Терапевтические наночастицы для адресной доставки лекарств. Квантовые точки в фотодинамической терапии и оптической биопсии рака.</i>
10	<i>Тема 10. Наночастицы в медицине</i>	<i>Наночастицы - навстречу будущему биомедицины. Магнитные наночастицы.</i>
11	<i>Тема 11. Фотодинамика и терапия рака</i>	<i>Фотодинамическая терапия рака: к нанотехнологиям. Свет и наночастицы: к визуализации и терапии рака.</i>
12	<i>Тема 12. Молекулярное распознавание и сборка биологических структур.</i>	<i>Ионные каналы: нанопоры высокой специфичности. Структура нуклеиновых кислот. Рибосомы их структуры и функции. Функция протеосом. Ионные каналы: биологическая роль, классификация по типу и клеточная локализация</i>
13	<i>Тема 13. Формирование ДНК и сборка пептидных наноматериалов</i>	<i>Самосборка с помощью межмолекулярных взаимодействий. Разработка органоидов. Биологическое применение самосборки: доставка лекарств, магнитная доставка лекарств</i>
14	<i>Тема 14. Применение биологических сборок в нанотехнологиях</i>	<i>Биологические системы, синтетическое молекулярное распознавания. Сложность молекулярного распознавания.</i>
15	<i>Тема 15 Медицинское применение бионанотехнологии.</i>	<i>Химические связи и энергия связи. Направленность химических связей.</i>

		<i>Водородные связи и гидрофобные взаимодействия. Самоорганизующиеся наноматериалы на основе пептидов: наноматериалы с короткими и полипептидными свойствами</i>
16	<i>Тема 16 Другие области применения бионанотехнологии, нано-сельского хозяйства, водных технологий, нанокосметики.</i>	<i>Адресная доставка. Доставка лекарственных препаратов. Бюовизуализация. Разработка вакцин.</i>
17	<i>Тема 17. Перспективы развития нанобиотехнологии и бионанотехнологии.</i>	<i>Как используется биотехнология в медицинской области. Что такое биотехнология и медицина?</i>
18	<i>Тема 18 Другие применения бионанотехнологии (наноагрокультура, водные технологии, нанокосметика и т. д.). Будущие перспективы нанобиотехнологии и бионанотехнологии</i>	<i>Сельскохозяйственные нанотехнологии: каковы нынешние возможности? Очистка воды с помощью наночастиц. Нанокосметика: возможности и перспективы. Развитие наноразмерных лабораторий, основанных на платформе диагностики и адресной доставки лекарственных препаратов. Система адресной доставки. Редактирование генома при помощи нанотехнологий.</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 клеточную биологию.

Тема 2. Внутренняя организация клетки прокариот.

Тема 3. Внутренняя организация клетки эукариот.

Тема 4. Вирусы.

Тема 5. Клеточный цикл.

Тема 6. Деление клетки.

Тема 7. Введение в нанотехнологии.

Тема 8. Наномагнетизм в медицине: введение в квантовые точки.

Тема 9. Наномагнетизм в медицине

Тема 10. Наночастицы в медицине

Тема 11. Фотодинамика и терапия рака.

Тема 12. Молекулярное распознавание и сборка биологических структур.

Тема 13. Формирование ДНК и сборка пептидных наноматериалов

Тема 14. Применение биологических сборок в нанотехнологиях

Тема 15 Медицинское применение бионанотехнологии.

Тема 16 Другие области применения бионанотехнологии, нано-сельского хозяйства, водных технологий, нанокосметики.

Тема 17. Перспективы развития нанобиотехнологии и бионанотехнологии.



Другие применения бионанотехнологии (наноагрокультура, водные технологии, нанокосметика и т. д.). Будущие перспективы нанобиотехнологии и бионанотехнологии

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1. Введение в клеточную биологию. Биология – наука о жизни. Основные признаки живого. Уровни биологической организации. Разнообразие жизни. Научное исследование

Тема 2. Внутренняя организация клетки прокариот. Основные структуры прокариотических клеток. Размножение прокариот. Бактериальные заболевания у людей. Полезные прокариоты.

Тема 3. Внутренняя организация клетки эукариот. Характеристика эукариотических клеток. Плазменная мембрана. Цитоплазма.

Тема 4. Вирусы. Вирусная морфология. Бактериофаги. Вирусные инфекции.

Тема 5. Клеточный цикл. Эукариотические хромосомы. Структура хромосом. Клеточный цикл.

Тема 6. Деление клетки. Бесполое размножение. Половое размножение. Мейоз.

Тема 7. Введение в нанотехнологии. Краткое введение в нанотехнологии. Введение в биофизику-самоорганизация-нанотехнологии.

Тема 8. Наномagnetизм в медицине: введение в квантовые точки. Накопление и распределение квантовых точек в клетках. Накопление квантовых точек и распределение *in vivo*

Тема 9. Введение в нанобиотехнологию и бионанотехнологию: классическая биотехнология. Терапевтические наночастицы для адресной доставки лекарств. Квантовые точки в фотодинамической терапии и оптической биопсии рака.

Тема 10. Наночастицы в медицине. Наночастицы - навстречу будущему биомедицины. Магнитные наночастицы.

Тема 11. Фотодинамика и терапия рака. Фотодинамическая терапия рака: к нанотехнологиям. Свет и наночастицы: к визуализации и терапии рака.

Тема 12. Нуклеиновые кислоты, рибосома и протеасомы. Ионные каналы: нанопоры высокой специфичности. Структура нуклеиновых кислот. Рибосомы их структуры и функции. Функция протеасом. Ионные каналы: биологическая роль, классификация по типу и клеточная локализация

Тема 13. Возникновение биологической активности путем самоорганизации. Самосборка с помощью межмолекулярных взаимодействий. Разработка органоидов. Биологическое применение самосборки: доставка лекарств, магнитная доставка лекарств.

Тема 14. Молекулярное распознавание и сборка биологических структур. Биологические системы, синтетическое молекулярное распознавание. Сложность молекулярного распознавания.

Тема 15. Формирование ДНК-основы и сборка наноматериалов на основе пептидов. Химические связи и энергия связи. Направленность химических связей. Водородные связи и гидрофобные взаимодействия. Самоорганизующиеся наноматериалы на основе пептидов: наноматериалы с короткими и полипептидными свойствами.

Тема 16. Применение биологических сборок в нанотехнологиях. Адресная доставка. Доставка лекарственных препаратов. Биовизуализация. Разработка вакцин. Тема

17. Медицинское применение бионанотехнологий. Как используется биотехнология в медицинской области. Что такое биотехнология и медицина?

Тема 18. Другие применения бионанотехнологии (наноагрокультура, водные технологии, нанокосметика и т. д.). Будущие перспективы нанобиотехнологии и бионанотехнологии. Сельскохозяйственные нанотехнологии: каковы нынешние возможности? Очистка воды с помощью наночастиц. Нанокосметика: возможности и перспективы. Развитие наноразмерных лабораторий, основанных на платформе

диагностики и адресной доставки лекарственных препаратов. Система адресной доставки. Редактирование генома при помощи нанотехнологий.

#### Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Введение в клеточную биологию. Внутренняя организация клетки прокариот. Внутренняя организация клетки эукариот. Вирусы. Клеточный цикл. Деление клетки. Введение в нанотехнологии. Наномагнетизм в медицине: введение в квантовые точки. Наномагнетизм в медицине Наночастицы в медицине Фотодинамика и терапия рака. Молекулярное распознавание и сборка биологических структур. Формирование ДНК и сборка пептидных наноматериалов Применение биологических сборок в нанотехнологиях Медицинское применение бионанотехнологии. Другие области применения бионанотехнологии, нано-сельского хозяйства, водных технологий, нанокосметики. Перспективы развития нанобиотехнологии и бионанотехнологии. Другие применения бионанотехнологии (наноагрокультура, водные технологии, нанокосметика и т. д.). Будущие перспективы нанобиотехнологии и бионанотехнологии*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Введение в клеточную биологию. Внутренняя организация клетки прокариот. Внутренняя организация клетки эукариот. Вирусы. Клеточный цикл. Деление клетки. Введение в нанотехнологии. Наномагнетизм в медицине: введение в квантовые точки. Наномагнетизм в медицине Наночастицы в медицине Фотодинамика и терапия рака. Молекулярное распознавание и сборка биологических структур. Формирование ДНК и сборка пептидных наноматериалов Применение биологических сборок в нанотехнологиях Медицинское применение бионанотехнологии. Другие области применения бионанотехнологии, нано-сельского хозяйства, водных технологий, нанокосметики. Перспективы развития нанобиотехнологии и бионанотехнологии. Другие применения бионанотехнологии (наноагрокультура, водные технологии, нанокосметика и т. д.). Будущие перспективы нанобиотехнологии и бионанотехнологии*

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 клеточную биологию.	ПК-2	тест
Тема 2. Внутренняя организация клетки прокариот.	ПК-2	тест
Тема 3. Внутренняя организация клетки эукариот.	ПК-2	тест
Тема 4. Вирусы.	ПК-2	тест
Тема 5. Клеточный цикл.	ПК-2	тест
Тема 6. Деление клетки.	ПК-2	тест
Тема 7. Введение в нанотехнологии.	ПК-2	тест
Тема 8. Наномагнетизм в медицине: введение в квантовые точки	ПК-2	тест
Тема 9. Наномагнетизм в медицине	ПК-2	тест
Тема 10. Наночастицы в медицине	ПК-2	тест
Тема 11. Фотодинамика и терапия рака.	ПК-2	тест
Тема 12. Молекулярное распознавание и сборка биологических структур	ПК-2	тест
Тема 13. Формирование ДНК и сборка пептидных наноматериалов	ПК-2	тест
Тема 14. Применение биологических сборок в нанотехнологиях	ПК-2	тест

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 15 Медицинское применение бионанотехнологии.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 16 Другие области применения бионанотехнологии, нано-сельского хозяйства, водных технологий, нанокосметики.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 17. Перспективы развития нанобиотехнологии и бионанотехнологии.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 18 Другие применения бионанотехнологии (наноагрокультура, водные технологии, нанокосметика и т. д.). Будущие перспективы нанобиотехнологии и бионанотехнологии</i>	<i>ПК-2</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**

Информацию о структуре молекулы белка, содержит:

1. белок;
2. кодон;
3. триплет;
4. нуклеиновая кислота;
5. ген.

Хроматин – это: ДНК + белок;

1. РНК + белок;
2. ДНК + углевод;
3. ДНК + липид;
4. рРНК + белок.

В процессе деления клетки из хроматина формируются:

1. ДНК;
2. РНК;
3. белки;
4. гены;

5. хромосомы.

Соматическая клетка организма в норме имеет:

1. гаплоидный набор;
2. диплоидный набор;
3. одинарный набор;
4. аутосомы;
5. гетеросомы.

Половая клетка в норме имеет:

1. кариотип;
2. диплоидный набор хромосом;
3. двойной набор;
4. гаплоидный набор хромосом;
5. генотип.

У хромосомы центромера сильно смещена к краю, верхнее плечо намного меньше нижнего. Такая хромосома называется:

1. метацентрическая;
2. акроцентрическая;
3. субметацентрическая;
4. метафазная;
5. анафазная.

Плечи хромосомы равны. Такая хромосома называется:

1. метацентрическая;
2. акроцентрическая;
3. субметацентрическая;
4. метафазная;
5. анафазная.

У хромосомы центромера смещена к краю, плечи не равны. Такая хромосома называется:

1. метацентрическая;
2. акроцентрическая;
3. субметацентрическая;
4. метафазная;
5. анафазная.

Аутосомы – это хромосомы:

1. половые;
2. неполовые;
3. организма;
4. гамет;
5. нет правильного ответа.

Гетеросомы – это хромосомы:

1. соматических клеток;
2. организма;
3. клеток тела;
4. неполовые;
5. половые.

Клетка проходит период G1. Содержание ДНК составляет:

1.  $2n2c$ ;
2.  $2n4c$ ;
3.  $4n4c$ ;
4.  $1n2c$ ;
5.  $1n1c$ .

Прямое деление клетки называется:

1. амитоз;

2. митоз;
3. мейоз;
4. равномерное;
5. редукционное.

Непрямое деление клетки называется:

1. мейозом;
2. уменьшительным;
3. амитозом;
4. митозом;
5. редукционным.

Клетка растёт, специализируется и выполняет функции в период:

1. амитоза;
2. митоза;
3. мейоза;
4. интерфазы;
5. непрямого деления

Соматическая клетка человека содержит аутосомы. Их количество:

1. 46 хромосом;
2. 23 пары хромосом;
3. 22 пары хромосом;
4. 46 пар хромосом;
5. 1 пара хромосом.

В половых железах животных развиваются половые клетки. Это:

1. диплоидные клетки;
2. гаметы;
3. сперматозоиды;
4. соматические клетки;
5. яйцеклетки.

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

- 1) Эукариотические и прокариотические клетки.
- 2) Универсальные принципы живых клеток.
- 3) Эукариотическая клеточная организация и функция
- 4) Структура и динамика мембран.
- 5) Мембранные насосы.
- 6) Мембранные носители.
- 7) Мембранные каналы.
- 8) Физиология мембран.
- 9) Ядерная и хромосомная структура и функция.
- 10) Эндоплазматический ретикулум и аппарат Гольджи.
- 11) Функции митохондрий и лизосом
- 12) Клеточный цикл.
- 13) Введение в клеточный цикл.
- 14) Фаза G1 и регуляция клеточной пролиферации.
- 15) S-фаза и репликация ДНК.
- 16) Фаза G2 и контроль входа в митоз.
- 17) Митоз.
- 18) Мейоз.
- 19) Клеточная гибель.
- 20) Основные понятия о запрограммированной гибели клеток.

- 21) Клетки, которые подвергаются запрограммированной гибели клеток.
- 22) Сигналы, которые приводят к гибели клеток.
- 23) Апоптоз.
- 24) Некроз.
- 25) Механизмы взаимосвязи между клетками.
- 26) Внутриклеточная связь и сигналы клеток.
- 27) Прием, трансдукция и ответ.
- 28) Локальные и междуклеточные сигналы.
- 29) ДНК, хромосомы и геномы.
- 30) Ядерная и хромосомная структура и функция.
- 31) Хромосомная организация.
- 32) Упаковка ДНК в хроматин и хромосомы.
- 33) Контроль экспрессии генов.
- 34) Блок транскрипции.
- 35) Биогенез РНК.
- 36) Эукариотические РНК-полимеразы и их промоторы.
- 37) Факторы и элементы транскрипции.
- 38) Элонгация и терминация транскрипции
- 39) Основная терминология бионанотехнологии.
- 40) Концепт бионанотехнологии.
- 41) Применение бионанотехнологий.
- 42) Разнообразии наноматериалов.
- 43) Основные свойства наноматериалов.
- 44) Применение наноматериалов и их свойств.
- 45) Организация бактериальных S-слоев и самоорганизация вирусов.
- 46) Физиология, структура и разнообразие бактерий.
- 47) Биология бактерий.
- 48) Вирусы - их классификация, структура и жизненный цикл.
- 49) Нуклеиновые кислоты, рибосома и протеасомы.
- 50) Ионные каналы: нанопоры высокой специфичности.
- 51) Структура нуклеиновых кислот.
- 52) Рибосомы их структуры и функции.
- 53) Функция протеасом.
- 54) Ионные каналы: биологическая роль, классификация по типу и клеточная локализация
- 55) Возникновение биологической активности путем самоорганизации.
- 56) Самосборка с помощью межмолекулярных взаимодействий.
- 57) Разработка органоидов.
- 58) Биологическое применение самосборки: доставка лекарств, магнитная доставка лекарств.
- 59) Молекулярное распознавание и сборка биологических структур.
- 60) Биологические системы, синтетическое молекулярное распознавание.
- 61) Сложность молекулярного распознавания.
- 62) Формирование ДНК-основы и сборка наноматериалов на основе пептидов.
- 63) Химические связи и энергия связи.
- 64) Направленность химических связей.
- 65) Водородные связи и гидрофобные взаимодействия.



- 66) Самоорганизующиеся наноматериалы на основе пептидов: наноматериалы с короткими и полипептидными свойствами.
- 67) Применение биологических сборок в нанотехнологиях.
- 68) Адресная лекарственных препаратов.
- 69) Бיוвизуализация.
- 70) Разработка вакцин.
- 71) Медицинское применение бионанотехнологий.
- 72) Как связыва биотехнология и медицина?
- 73) Другие применения бионанотехнологии (наноагрокультура, водные технологии, нанокосметика и т. д.).
- 74) Будущие перспективы нанобиотехнологии и бионанотехнологии.
- 75) Сельскохозяйственные нанотехнологии: каковы нынешние возможности?
- 76) Очистка воды с помощью наночастиц.
- 77) Нанокосметика: возможности и перспективы.
- 78) Развитие наноразмерных лабораторий, основанных на платформе диагностики и адресной доставки лекарственных препаратов.
- 79) Система адресной доставки.

#### 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

	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. Гистология, цитология и эмбриология : учебное пособие / Т.М. Студеникина, Т.А. Вылегжанина, Т.И. Островская, И.А. Стельмах ; под ред. Т.М. Студеникиной. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 574 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-019657-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2126884>
2. Акимова, С. А. Биотехнология: Практикум / Акимова С.А., - 2-е изд., перераб. и доп. - Волгоград:Волгоградский государственный аграрный университет, 2018. - 144 с.: ISBN. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1007958>

#### Дополнительная литература

- 1) Верещагина В. А. Цитология : учеб. для вузов/ В. А. Верещагина. -Москва: Академия, 2012. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 172, [1] с.: ил., рис., табл.
- 2) Зиматкин С. М. Гистология, цитология и эмбриология : учеб. пособие для учреждений высш. образования / С. М. Зиматкин. -2-е изд., испр.. -Минск: Вышэйшая школа, 2013 г=on-line, 228, [1] с. УЧЛ - Учебное пособие, УЧЛ - Электронный учебник (ККО=1), Электронный сетевой ресурс
- 3) Нетрусов А. И. Введение в биотехнологию : учеб. для вузов/ А. И. Нетрусов. -Москва: Академия, 2014. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 280, [1] с.: ил.
- 4) Никольский В. И. Генетика/ В. И. Никольский. -2-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Академия, 2014. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 247, [1] с.: ил., рис., табл.

- 5) Мамонтов С. Г. Биология : учеб. для вузов/ С. Г. Мамонтов, В. Б. Захаров, Т. А. Козлова ; под ред. С. Г. Мамонтова. -5-е изд., стер.. -Москва: Академия, 2014. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 505, [2] с.: ил., рис., табл.
- 6) Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика : учебник/ А. Н. Ремизов. -4-е изд., испр. и перераб.. -Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. -1 г=on-line, 647 с.: ил.
- 7) Биология: учеб. и практикум для приклад. бакалавриата/ под ред. В. Н. Ярыгина. -2-е изд.. -Москва: Юрайт, 2016. -1 г=on-line, 453 с.: ил.

#### **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: «Мультиферроики и умные материалы».

Цель дисциплины: ознакомление обучающихся с распространенными методами спектрального анализа и контроля веществ, в том числе наноструктур, функциональных 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
<i>ПК-1 Способен разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	<p><b>Знать:</b> физическую концепцию мультиферроиков. материалов с памятью формы и магнитореологических эластомеров; способы настройки физических свойств мультиферроиков для получения желаемых величин основных функционально используемых эффектов; способы применения мультиферроиков в практических приложениях.</p> <p><b>Уметь:</b> объяснить физические принципы взаимосвязи электрической и магнитной поляризации в мультиферроиках; находить новые материалы, способные демонстрировать поведение присущее мультиферроикам; применять возможности мультиферроиков в существующих технологических концептах.</p> <p><b>Владеть:</b> знаниями об основных функциональных свойствах мультиферроиков, материалов с памятью формы и магнитореологических эластомерах, а также о физических причинах их возникновения.</p>
<i>ПК-2 Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических</i>	<p><b>Знать:</b> экспериментальные и теоретические методы изучения микро- и наноструктурированных магнитных материалов.</p>

<i>высокотехнологичных производств.</i>	<i>процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования</i> <i>ПК-2.3</i> <i>Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	<b>Уметь:</b> выбирать методы изучения необходимых свойств мультиферроидных материалов. <b>Владеть:</b> навыками решения задач, связанных с изучением свойств мультиферроидов.
---	--	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Мультиферроики и умные материалы» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к дисциплинам по выбору.

### 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. Основные уравнения и величины в электродинамике.</i>	<i>Уравнения Максвелла. Закон Фарадея. Закон Ампера. Явление магнитосопротивления. AC и DC сенсорики. Протекание AC тока</i>

		<i>через проводник (ферромагнитный провод).</i>
2	<i>Тема 2. Настраиваемая магнитная структура и гармонический спектр в аморфных микропроводах, применяемых в беспроводной сенсорике.</i>	<i>Магнитострикция. Доменная структура микропроводов с положительной магнитострикцией. Беспроводная магнитная сенсорика (включая детектирования напряжений) на основе быстрого распространения доменных границ. Микромагнитная структура в микропроводах с отрицательной магнитострикцией. Магнитоиндуктивный эффект</i>
3	<i>Тема 3. Магнитоиндуктивный и магнитоимпедансный эффекты.</i>	<i>Асимметричный магнитоиндуктивный эффект (статический и динамический). Композитные материалы с металлическими проводами.</i>
4	<i>Тема 4. Функциональные магнитоэлектрические композиты с магнитострикционными микропроводами.</i>	<i>Концепция функциональных магнитоэлектрических материалов. Электрическая поляризация в проводящих микроволокнах. Изменения электрического дипольного момента аморфных ферромагнитных микропроводов путём изменения их магнитной структуры (при помощи приложения внешнего магнитного поля или механических напряжений). Экспериментальное подтверждение сильной зависимости электрической поляризации от намагниченности. Приложения магнитоэлектрических материалов.</i>
5	<i>Тема 5. Свойства мультиферроиков в гексагональных керамических ферритах M-типа на основе <math>BaFe_{12}O_{19}</math> and <math>SrFe_{12}O_{19}</math>.</i>	<i>Поиск свойств мультиферроиков в материалах с сильными магнитными свойствами. Способы синтеза материалов и их основные свойства. Кривые зависимости электрической поляризации от намагниченности. Сравнение с другими мультиферроиками.</i>
6	<i>Тема 6. Типы магнитореологических материалов и их приложения.</i>	<i>Реология. Распределение магнитных частиц в упругой матрице. Типы магнитореологических материалов. Основные практические приложения (биомедицина, шумоподавление, сенсоры, активаторы, клапаны).</i>
7	<i>Тема 7. Магнитные и суперпарамагнитные частицы. Магнитные свойства эластомеров с</i>	<i>Магнитная структура микро- и наночастиц (однодоменный режим, суперпарамагнитный режим). Взаимодействие частиц в</i>

	<i>малой концентрацией частиц. Функция Ланжевена.</i>	<i>эластомере. Магнитоэлектрическая энергия. Магнитокристаллическая энергия. Функция Ланжевена. Анизотропные магнитные эластомеры.</i>
8	<i>Тема 8. Эластомеры, их механические свойства, пьезо- и магнитосопротивление. Магнито-диэлектрический эффект.</i>	<i>Физическая модель реологических материалов. Способы изготовления магнитореологических эластомеров. Механические свойства магнитореологических эластомеров. Пьезо- и магнитосопротивление. Магнитодиэлектрический эффект. Магнитные и электрические свойства эластомеров под приложением давления.</i>
9	<i>Тема 9. Свойства мультиферроиков в реологических материалах.</i>	<i>Магнитострикция и пьезоэффект. Влияние внешних напряжений на состояние частиц в упругой матрице. Мультиферроики, основанные на магнитореологических эластомерах с ферроэлектрическими частицами.</i>
10	<i>Тема 10. Общие свойства мультиферроиков.</i>	<i>Пьезоэффект. Магнитострикция. Ферроэлектрические свойства.</i>
11	<i>Тема 11. Композитные и умные материалы на основе мультиферроиков.</i>	<i>Композитные материалы. Умные материалы.</i>
12	<i>Тема 12. Линейные и нелинейные магнитоэлектрические эффекты.</i>	<i>Линейный магнитоэлектрический эффект. Нелинейный магнитоэлектрический эффект. Способы практического применения материалов с линейным и нелинейным МЭ.</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. Основные уравнения и величины в электродинамике.*

*Тема 2. Настраиваемая магнитная структура и гармонический спектр в аморфных микропроводах, применяемых в беспроводной сенсорике.*

*Тема 3. Магнитоиндуктивный и магнитоимпедансный эффекты.*

*Тема 4. Функциональные магнитоэлектрические композиты с магнитострикционными микропроводами.*



Тема 5. Свойства мультиферроиков в гексагональных керамических ферритах M-типа на основе  $BaFe_{12}O_{19}$  and  $SrFe_{12}O_{19}$ .

Тема 6. Типы магнитореологических материалов и их приложения.

Тема 7. Магнитные и суперпарамагнитные частицы. Магнитные свойства эластомеров с малой концентрацией частиц. Функция Ланжевена.

Тема 8. Эластомеры, их механические свойства, пьезо- и магнитосопротивление. Магнито-диэлектрический эффект.

Тема 9. Свойства мультиферроиков в реологических материалах.

Тема 10. Общие свойства мультиферроиков.

Тема 11. Композитные и умные материалы на основе мультиферроиков.

Тема 12. Линейные и нелинейные магнитоэлектрические эффекты.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1. Основные уравнения и величины в электродинамике. Уравнения Максвелла. Закон Фарадея. Закон Ампера. Явление магнитосопротивления. AC и DC сенсорика. Протекание AC тока через проводник (ферромагнитный провод).

Тема 2. Настраиваемая магнитная структура и гармонический спектр в аморфных микропроводах, применяемых в беспроводной сенсорике. Магнитострикция. Доменная структура микропроводов с положительной магнитострикцией. Беспроводная магнитная сенсорика (включая детектирование напряжений) на основе быстрого распространения доменных границ. Микромагнитная структура в микропроводах с отрицательной магнитострикцией. Магнитоиндуктивный эффект.

Тема 3. Магнитоиндуктивный и магнитоимпедансный эффекты. Асимметричный магнитоиндуктивный эффект (статический и динамический). Композитные материалы с металлическими проводами.

Тема 4. Функциональные магнитоэлектрические композиты с магнитострикционными микропроводами. Концепция функциональных магнитоэлектрических материалов. Электрическая поляризация в проводящих микроволокнах. Изменения электрического дипольного момента аморфных ферромагнитных микропроводов путём изменения их магнитной структуры (при помощи приложения внешнего магнитного поля или механических напряжений). Экспериментальное подтверждение сильной зависимости электрической поляризации от намагниченности. Приложения магнитоэлектрических материалов.

Тема 5. Свойства мультиферроиков в гексагональных керамических ферритах M-типа на основе  $BaFe_{12}O_{19}$  and  $SrFe_{12}O_{19}$ . Поиск свойств мультиферроиков в материалах с сильными магнитными свойствами. Способы синтеза материалов и их основные свойства. Кривые зависимости электрической поляризации от намагниченности. Сравнение с другими мультиферроиками.

Тема 6. Типы магнитореологических материалов и их приложения. Реология. Распределение магнитных частиц в упругой матрице. Типы магнитореологических материалов. Основные практические приложения (биомедицина, шумоподавление, сенсоры, активаторы, клапаны).

Тема 7. Магнитные и суперпарамагнитные частицы. Магнитные свойства эластомеров с малой концентрацией частиц. Функция Ланжевена. Магнитная структура микро- и наночастиц (однодоменный режим, суперпарамагнитный режим). Взаимодействие частиц в эластомере. Магнитоэлектрическая энергия.

*Магнокристаллическая энергия. Функция Ланжевена. Анизотропные магнитные эластомеры.*

*Тема 8. Эластомеры, их механические свойства, пьезо- и магнитосопротивление. Магнито-диэлектрический эффект. Физическая модель реологических материалов. Способы изготовления магнитореологических эластомеров. Механические свойства магнитореологических эластомеров. Пьезо- и магнитосопротивление. Магнито-диэлектрический эффект. Магнитные и электрические свойства эластомеров под приложением давления.*

*Тема 9. Свойства мультиферроиков в реологических материалах. Магнитострикция и пьезоэффект. Влияние внешних напряжений на состояние частиц в упругой матрице. Мультиферроики, основанные на магнитореологических эластомерах с ферроэлектрическими частицами.*

*Тема 10. Общие свойства мультиферроиков. Пьезоэффект. Магнитострикция. Ферроэлектрические свойства.*

*Тема 11. Композитные и умные материалы на основе мультиферроиков. Композитные материалы. Умные материалы.*

*Тема 12. Линейные и нелинейные магнитоэлектрические эффекты. Линейный магнитоэлектрический эффект. Нелинейный магнитоэлектрический эффект. Способы практического применения материалов с линейным и нелинейным МЭ.*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Основные уравнения и величины в электродинамике. Настраиваемая магнитная структура и гармонический спектр в аморфных микропроводах, применяемых в беспроводной сенсорике. Магнитоиндуктивный и магнитоимпедансный эффекты. Функциональные магнитоэлектрические композиты с магнитострикционными микропроводами. Свойства мультиферроиков в гексагональных керамических ферритах М-типа на основе  $BaFe_{12}O_{19}$  and  $SrFe_{12}O_{19}$ . Типы магнитореологических материалов и их приложения. Магнитные и суперпарамагнитные частицы. Магнитные свойства эластомеров с малой концентрацией частиц. Функция Ланжевена. Эластомеры, их механические свойства, пьезо- и магнитосопротивление. Магнито-диэлектрический эффект. Свойства мультиферроиков в реологических материалах. Общие свойства мультиферроиков. Композитные и умные материалы на основе мультиферроиков. Линейные и нелинейные магнитоэлектрические эффекты.*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Основные уравнения и величины в электродинамике. Настраиваемая магнитная структура и гармонический спектр в аморфных микропроводах, применяемых в беспроводной сенсорике. Магнитоиндуктивный и магнитоимпедансный эффекты. Функциональные магнитоэлектрические композиты с магнитострикционными микропроводами. Свойства мультиферроиков в гексагональных керамических ферритах М-типа на основе  $BaFe_{12}O_{19}$  and  $SrFe_{12}O_{19}$ . Типы магнитореологических материалов и их приложения. Магнитные и суперпарамагнитные частицы. Магнитные свойства эластомеров с малой концентрацией частиц. Функция Ланжевена. Эластомеры, их механические свойства, пьезо- и магнитосопротивление. Магнито-диэлектрический эффект. Свойства мультиферроиков в реологических материалах. Общие свойства мультиферроиков. Композитные и умные материалы на основе мультиферроиков. Линейные и нелинейные магнитоэлектрические эффекты.*

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 уравнения и величины в электродинамике</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Тест</i>
<i>Тема 2. Настраиваемая магнитная структура и гармонический спектр в аморфных микропроводах, применяемых в беспроводной сенсорике.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Тест</i>
<i>Тема 3. Магнитоиндуктивный и магнитоимпедансный эффекты.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Перевод и представление результатов научной статьи по теме дисциплины</i>
<i>Тема 4. Функциональные магнитоэлектрические композиты с магнитострикционными микропроводами.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Перевод и представление результатов научной статьи по теме дисциплины</i>
<i>Тема 5. Свойства мультиферроиков в гексагональных керамических ферритах M типа на основе BaFe12O19 and SrFe12O19.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Тест</i>
<i>Тема 6. Типы магнитореологических материалов и их приложения.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Тест</i>
<i>Тема 7. Магнитные и суперпарамагнитные частицы. Магнитные</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Тест</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>свойства эластомеров с малой концентрацией частиц. Функция Ланжевена.</i>		
<i>Тема 8. Эластомеры, их механические свойства, пьезо магнитосопротивление. Магнито-диэлектрический эффект.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Перевод и представление результатов научной статьи по теме дисциплины</i>
<i>Тема 9. Свойства мультиферроиков в реологических материалах.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Перевод и представление результатов научной статьи по теме дисциплины</i>
<i>Тема 10. Общие свойства мультиферроиков.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Тест</i>
<i>Тема 11. Композитные и умные материалы на основе мультиферроиков.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Тест</i>
<i>Тема 12. Линейные и нелинейные магнитоэлектрические эффекты.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Перевод и представление результатов научной статьи по теме дисциплины</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:

Как изменяется электрическое сопротивление классического ферромагнитного материала при приложении к нему внешнего магнитного поля?

1. Увеличивается
2. Уменьшается
3. Остаётся постоянным

Микропровод с каким показателем магнитострикции будет демонстрировать прямоугольную петлю гистерезиса?

1. Нулевым
2. Положительным
3. Отрицательным

Какой из данных методов используется для настройки магнитных свойств микропроводов?  
Окисление поверхности

1. Отжиг электрическим током

2. Отжиг температурой
3. Химическое травление
4. Приложение механических напряжений

Какой из указанных пунктов не является биологическим применением магнитных жидкостей?

1. Гипотермия
2. Доставка лекарств
3. Механическое разрушение заражённых клеток
4. Контрастный агент

Как происходит процесс перемагничивания однодоменной частицы в идеальном случае?

1. Магнитный момент непрерывно поворачивается в сторону
2. направления внешнего магнитного поля
3. Магнитный момент скачком меняет своё направление на  $180^\circ$
4. Объём частицы разбивается на домены, а после завершения процесса частица снова становится однодоменной

При помощи какого из предложенных вариантов можно получить анизотропный магнитореологический эластомер?

1. Приложение давления при полимеризации
2. Приложение внешнего магнитного поля при полимеризации
3. Приложение температурного градиента при полимеризации

Что из предложенного является приложением материалов с магнитоэлектрическим эффектом?

1. Шумоподавление
2. Сенсоры электрического поля
3. Биомедицина
4. Исполнительные элементы
5. Магнитная память

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

#### ***1. Настраиваемая магнитная структура и гармонический спектр в аморфных микропроводах, применяемых в беспроводной сенсорике.***

1. Как отличается микромагнитная структура в микропроводах с положительным и отрицательным знаком коэффициента магнитострикции?
2. Объясните причину возникновения явления обратной магнитострикции.
3. Как приложение внешних механических напряжений влияет на магнитные свойства микропроводов?
4. Объясните физический механизм влияния отжига на магнитные свойства микропроводов.
5. При помощи какой экспериментальной конфигурации можно измерить скорость движения доменной границы в микропроводе?

#### ***2. Функциональные магнитоэлектрические композиты с магнитострикционными микропроводами.***

1. Опишите эффект магнитоимпеданса в ферромагнитном микропроводе.
2. Как зависит электрическая поляризация микропровода от его намагниченности?
3. Как зависит электрическая поляризация микропровода от его внутренних механических напряжений?

#### ***3. Типы магнитореологических материалов и их приложения.***

1. Какие типы наполнителей используются в упругих средах для придания им магнитореологических свойств?

2. В чём заключается физический механизм возникновения магнитореологических свойств?
3. Классифицируйте реологические материалы по их упруго-вязким свойствам.
4. Каковы основные биологические применения магнитных жидкостей?
5. Каковы основные применения магнитных пен и гелей?
6. Какие физические параметры магнитореологических эластомеров меняются под действием внешнего магнитного поля? Как и за счёт чего они меняются?

**4. Свойства мультиферроиков в реологических материалах.**

1. Объясните физический принцип обратного магнитоэлектрического эффекта.
2. Что такое эффект Виллари? В чём его физический принцип?
3. Частицы с какими свойствами используются для создания магнитореологических эластомеров со свойствами мультиферроиков?

**5. Композитные и умные материалы на основе мультиферроиков.**

1. Назовите примеры практически используемых композитных материалов.
2. Как могут быть использованы умные материалы на основе мультиферроиков?

**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 найденных теоретических	хорошо		71-85

	нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	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

Пироэлектрический, флексоэлектрический и родственные эффекты в сегнетоэлектриках, антисегнетоэлектриках, сегнетоэлектриках-релаксорах и мультиферроиках : монография / Ю. Н. Захаров, Е. И. Ситало, И. А. Паринов, Н. А. Болдырев ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. - 243 с. - ISBN 978-5-9275-3972-7.

#### Дополнительная литература

1. Multiferroic Materials: Properties, Techniques, and Applications (Series in Materials Science and Engineering) 2016 by Junling Wang (Editor)
2. Yu. N. Venevtsev, V. V. Gagulin, V. N. Lyubimov. Ferromagnetics, M.: Science, (1982)
3. N.A. Spaldin, The Renaissance of Magnetoelectric Multiferroics, Science, 309, 5733, 391—392 (2005)
4. D.I. Khomskii. Multiferroics: Different ways to combine magnetism and ferroelectricity, Journal Magn. Mater. 306, 1-8 (2006)
5. T. Kimura et al. Magnetic control of ferroelectric polarization, Nature 426, 55-58 (2003)
6. A.R. Akbashev, A.R. Kaul., Russian Chemical Reviews 80, 1159 (2011)
7. A. P. Pyatakov, A. K. Zvezdin. Magnetoelectric materials and multiferroics // UFN. - 2012. - Т. 182. - p. 593-620.
8. Kallio M. The elastic and damping properties of magnetorheological elastomers. – VTT Publications. –2005. – 149 pp.
9. E. Y. Kramarenko, A. V. Chertovich, G. V. Stepanov, A. S. Semisalova, L. A. Makarova, N. S. Perov, and A. R. Khokhlov, “Magnetic and viscoelastic response of elastomers with hard magnetic filler,” Smart Materials and Structures, vol. 24, pp. 035002–035002, 2015.



10. L. A. Makarova, Y. A. Alekhina, and N. S. Perov, "Peculiarities of magnetic properties of magnetoactive elastomers with hard magnetic filler in crossed magnetic fields," *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, pp. 10–16, 2017.
11. L. A. Makarova, Y. A. Alekhina, T. S. Rusakova, and N. S. Perov, "Tunable properties of magnetoactive elastomers for biomedical applications," *Physics procedia*, vol. 82, pp. 38–45, 2016. 16
12. New multiferroic composite materials consisting of ferromagnetic, ferroelectric and polymer components / Makarova L.A., Rodionova V.V., Alekhina Yu.A., Rusakova T.S., Omelyanchik A.S., Perov N.S. // *IEEE Transactions on Magnetics*. - 2017. - Vol. 53. № 11. - P. 2502407.
13. Elastically coupled ferromagnetic and ferroelectric microparticles: new multiferroic materials based on polymer, NdFeB and PZT particles / Makarova L.A., Alekhina Yu.A., Omelyanchik A.S., Rodionova V.V., Malyshkina O.V. and Perov N.S. // *JMMM*. - 2017. doi:10.1016/j.jmmm.2017.11.121.
14. J.L. Mietta, et.al., "Anisotropic magnetoresistance and piezoresistivity in structured Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-silver particles in PDMS elastomers at room temperature", *Langmuir*, Americal Chemical Society, 2012, pp.6985-6996.
15. G.E. Iacobescu, M. Balasoiu, I. Bica, "Investigation of surface properties of magnetorheological elastomers by atomic force microscopy", *J. Supercond. Nov. Magn.*, 2013, No.26, pp.785-792.
16. S.A. Mazlan, "Recent progress on magnetorheological solids: materials, fabrication, testing and applications", *Advanced Engineering Materials*, 2014, Review, 35 p.
17. S. Wang, C. Yang, X. Bian, "Magnetoviscous properties of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> silicon oil based ferrofluid", *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 2012, No.324, pp.3361-3365.
18. D. Bhadra et.al., "Synthesis of PVDF-BiFeO<sub>3</sub> nanocomposite and observation of enhanced electrical conductivity and low-loss dielectric permittivity at percolation threshold", *Journal of Polymer Science* 2012, 8 p.
19. Rabinow J. The magnetic fluid clutch // *Proceedings of the AIEE Trans.* – 1948. – V. 67. – P. 1308-1315.
20. Carlson J.D., Jolly M.R. Magnetorheological fluid, foam and elastomer devices // *Mechatronics*. – 2000. – Vol. 10. – P. 555-569.
21. Magnetic fluid hyperthermia (MFH): cancer treatment with AC magnetic fluid induced excitation of biocompatible superparamagnetic nanoparticles / Jordan A. et.al. // *JMMM*. – 1999. – Vol. 201. – P. 413-419.
22. Marie H., Plassat V., Lesier S. Magnetic-fluid-loaded liposomes for MR imaging and therapy of cancer // *J. of Drug Delivery Sci. and Tech.* – 2013. – Vol. 23, №1. – P.25- 37

**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: «Аддитивные технологии».

Цель дисциплины: овладение обучающимися знаниями о современных методах трёхмерной печати, их преимуществах и ограничениях, а также основных сферах применения. Знание основ трёхмерной печати даёт обучающемуся преимущество в их исследовательской работе, ускоряя решение поставленных задач и открывая пути к решению ранее неразрешимых вопросов.

## 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 организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	<b>Знать:</b> основные этапы создания трехмерных объектов методами аддитивного производства; способы предварительной оптимизации трехмерных объектов; основные ошибки, возникающие в ходе подготовки трехмерной модели, а также методы их устранения; существующие алгоритмы построения объектов, основные технологии трехмерной печати и физические принципы, лежащие в их основе.
<i>ПК-3 Способен организовывать контроль и техническое сопровождение разработки материалов для выбранных приложений и технологических процессов конкретных производств</i>	<i>ПК-3.1 Организует входной контроль материалов, сырья и оборудования, необходимого для выполнения поставленной задачи. ПК-3.2 Организует проведение и контроль метрологических испытаний предлагаемого технологического решения. ПК-3.3 Организует техническое сопровождение этапов испытания и производства в соответствии с предлагаемым технологическим решением в лабораторных условиях и</i>	<b>Уметь:</b> делать выбор наиболее подходящего метода трехмерной печати, исходя из физических принципов и ограничений метода; пользоваться программным обеспечением для предварительной проверки трехмерной модели и исправления ошибок; располагать модель и строить поддерживающие структуры в соответствии с используемыми методами печати; подбирать параметры и алгоритмы печати в зависимости от используемого материала и вида объекта. <b>Владеть:</b> навыками анализа поставленной задачи

	<i>на производстве.</i>	изготовления заданного трехмерного объекта, выявления проблемных мест при последующем изготовлении объекта методами аддитивного производства, выбора наиболее подходящих методов трехмерной печати в соответствии с выбором наиболее подходящих параметров, материалов и алгоритмов печати, исправления ошибок триангуляции в ходе подготовки модели к процессу печати, печати на коммерчески доступных трехмерных принтерах класса FDM и SLA/DLPc.
--	-------------------------	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Аддитивные технологии» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к дисциплинам по выбору.

### 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 1.1. Введение в аддитивное производство. Основные отличительные свойства аддитивных технологий.</i>	<i>Определение аддитивных технологий. История трёхмерной печати. Основные отрасли применения</i>
2	<i>Тема 1.2. Классификация технологий трёхмерной печати.</i>	<i>Методы, основанные на экструзии материалов. Струйные методы. Методы струйного нанесения связующего вещества. Методы фотополимеризации в ванне. Методы сплавления материала в заранее сформированном порошковом слое. Методы нанесения с прямым подводом энергии</i>
3	<i>Тема 1.3. Основное программное обеспечение для трёхмерной печати.</i>	<i>Построение при помощи компьютера: моделирование твёрдого тела. Моделирование поверхностей. Скульптурирование</i>
4	<i>Тема 1.4. Создание и подготовка трёхмерного объекта.</i>	<i>3D-сканирование. Фотограмметрия. Обработка краев модели. Программное обеспечение для исправления ошибок компьютерной модели объекта. Процедура слайсинга. Симуляции в трёхмерной печати.</i>
5	<i>Тема 2.1. Экструзионные методы трехмерной печати.</i>	<i>Методы осаждения расплавом и особенности построения объектов. Робокастинг. Метод электроспиннинга расплава. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.</i>
6	<i>Тема 2.2. Порошковые методы трехмерной печати.</i>	<i>Основные методы порошковой печати: SLS, SLM/DMLS/DMP, LENS/DMT, MJF, EBМ и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов. Постобработка.</i>
7	<i>Тема 2.3. Струйные методы трехмерной печати.</i>	<i>Основные методы струйной печати: MJ, VJ, NPJ, DOD и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.</i>

8	<i>Тема 2.4. Трёхмерная био-печать</i>	<i>Построение скаффолдов. Капельная биопечать. Метод печати био-чернилами. Экструзионная био-печать</i>
9	<i>Тема 2.5. Многостадийная и непрерывная трёхмерная печать с помощью фотополимеризации.</i>	<i>Основные методы многостадийной печати с помощью фотополимеризации: SLA, DLP, uSL и особенности построения объектов. Основные методы непрерывной печати с помощью фотополимеризации: непрерывная печать на границе жидкой фазы, печать с помощью двухфотонной фотополимеризации и особенности построения объектов. Основные физические принципы методов, подходы bottom-up и topdown. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.</i>
10	<i>Тема 3.1. Литографические и гибридные методы печати.</i>	<i>Основные гибридные методы микрофабрикации на основе литографии: MICA, EFAB и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.</i>
11	<i>Тема 3.2. Электроосаждение ионов в жидкости.</i>	<i>Основные методы печати на основе электроосаждения ионов в жидкости: FluidFM, SICM, Meniscus printing и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.</i>
12	<i>Тема 3.3. Осаждение, индуцированное сфокусированным ионным пучком.</i>	<i>Устройство экспериментальной установки, позволяющей получать сфокусированные ионные пучки. Основные методы печати на основе осаждения, индуцированного сфокусированным ионным пучком: FEBID, Cryo-FEBID, FIBID и особенности построения объектов. FEBID-симуляция. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов. Технологии улучшения качества получаемых изделий.</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 1.1. Введение в аддитивное производство. Основные отличительные свойства аддитивных технологий.*

*Тема 1.2. Классификация технологий трёхмерной печати.*

*Тема 1.3. Основное программное обеспечение для трёхмерной печати.*

*Тема 1.4. Создание и подготовка трёхмерного объекта.*

*Тема 2.1. Экструзионные методы трехмерной печати.*

*Тема 2.2. Порошковые методы трехмерной печати.*

*Тема 2.3. Струйные методы трехмерной печати.*

*Тема 2.4. Трёхмерная био-печать.*

*Тема 2.5. Многостадийная и непрерывная трёхмерная печать с помощью фотополимеризации.*

*Тема 3.1. Литографические и гибридные методы печати.*

*Тема 3.2. Электроосаждение ионов в жидкости.*

*Тема 3.3. Осаждение, индуцированное сфокусированным ионным пучком.*

Рекомендуемая тематика практических занятий:

*Тема 1.1. Введение в аддитивное производство. Основные отличительные свойства аддитивных технологий. Определение аддитивных технологий. История трёхмерной печати. Основные отрасли применения.*

*Тема 1.2. Классификация технологий трёхмерной печати. Методы, основанные на экструзии материалов. Струйные методы. Методы струйного нанесения связующего вещества. Методы фотополимеризации в ванне. Методы сплавления материала в заранее сформированном порошковом слое. Методы нанесения с прямым подводом энергии.*

*Тема 1.3. Основное программное обеспечение для трёхмерной печати. Построение при помощи компьютера: моделирование твёрдого тела. Моделирование поверхностей. Скульптурирование. Тема 1.4. Создание и подготовка трёхмерного объекта. 3D-сканирование. Фотограмметрия. Обработка краев модели. Программное обеспечение для исправления ошибок компьютерной модели объекта. Процедура слайсинга. Симуляции в трёхмерной печати.*

*Тема 2.1. Экструзионные методы трехмерной печати. Методы осаждения расплавом и особенности построения объектов. Робокастинг. Метод электроспиннинга расплава. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.*

*Тема 2.2. Порошковые методы трехмерной печати. Основные методы порошковой печати: SLS, SLM/DMLS/DMP, LENS/DMT, MJF, EBM и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов. Постобработка.*

*Тема 2.3. Струйные методы трехмерной печати. Основные методы струйной печати: MJ, VJ, NPJ, DOD и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.*

*Тема 2.4. Трёхмерная биопечать. Построение скаффолдов. Капельная био-печать. Метод печати био-чернилами. Экструзионная био-печать.*

*Тема 2.5. Многостадийная и непрерывная трёхмерная печать с помощью фотополимеризации. Основные методы многостадийной печати с помощью фотополимеризации: SLA, DLP, uSL и особенности построения объектов. Основные методы непрерывной печати с помощью фотополимеризации: непрерывная печать на границе жидкой фазы, печать с помощью двухфотонной фотополимеризации и особенности построения объектов. Основные физические принципы методов, подходы bottom-up и top-down. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.*

*Тема 3.1. Литографические и гибридные методы печати. Основные гибридные методы микрофабрикации на основе литографии: MICA, EFAB и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.*

*Тема 3.2. Электроосаждение ионов в жидкости. Основные методы печати на основе электроосаждения ионов в жидкости: FluidFM, SICM, Meniscus printing и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.*

*Тема 3.3. Осаждение, индуцированное сфокусированным ионным пучком. Устройство экспериментальной установки, позволяющей получать сфокусированные ионные пучки. Основные методы печати на основе осаждения, индуцированного сфокусированным ионным пучком: FEBID, Cryo-FEBID, FIBID и особенности построения объектов. FEBID-симуляция. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов. Технологии улучшения качества получаемых изделий.*

**Требования к самостоятельной работе студентов**

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Введение в аддитивное производство. Основные отличительные свойства аддитивных технологий. Классификация технологий трёхмерной печати. Основное программное обеспечение для трёхмерной печати. Создание и подготовка трёхмерного объекта. Экструзионные методы трехмерной печати. Порошковые методы трехмерной печати. Струйные методы трехмерной печати. Трёхмерная био-печать. Многостадийная и непрерывная трёхмерная печать с помощью фотополимеризации. Литографические и гибридные методы печати. Электроосаждение ионов в жидкости. Осаждение, индуцированное сфокусированным ионным пучком.*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Введение в аддитивное производство. Основные отличительные свойства аддитивных технологий. Классификация технологий трёхмерной печати. Основное программное обеспечение для трёхмерной печати. Создание и подготовка трёхмерного объекта. Экструзионные методы трехмерной печати. Порошковые методы трехмерной печати. Струйные методы трехмерной печати. Трёхмерная биопечать. Многостадийная и непрерывная трёхмерная печать с помощью фотополимеризации. Литографические и гибридные методы печати. Электроосаждение ионов в жидкости. Осаждение, индуцированное сфокусированным ионным пучком.*



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 1.1. Введение в аддитивное производство. Основные отличительные свойства аддитивных технологий.</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 1.2. Классификация технологий трёхмерной печати.</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 1.3. Основное программное обеспечение для трёхмерной печати.</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 1.4. Создание и подготовка трёхмерного объекта.</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 2.1. Экструзионные методы трехмерной печати</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 2.2. Порошковые методы трехмерной печати.</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 2.3. Струйные методы трехмерной печати.</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 2.4. Трёхмерная биопечать.</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>тест</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 2.5. Многостадийная и непрерывная трёхмерная печать с помощью фотополимеризации.</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 3.1. Литографические и гибридные методы печати.</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 3.2. Электроосаждение ионов в жидкости.</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 3.3. Осаждение, индуцированное сфокусированным ионным пучком.</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

Какой механизм используется для обеспечения затвердевания осаждённого материала при использовании метода MJ?

1. Понижение температуры
2. Осаждение уже твёрдофазного
3. материала
4. Облучение ультрафиолетом

Какой метод трёхмерной печати позволяет печатать не только на плоских поверхностях?

1. MJ
2. SLA
3. SLS
4. EBAM

Какой метод трёхмерной печати позволяет печатать металлы?

1. FDM
2. MJ
3. BJ
4. SLA
5. SLM
6. SLS

Назовите термин, обозначающий программную процедуру представления трёхмерной модели как набора двумерных слоёв.

Какого порядка разрешение достигается в методе FluidFM? 100 мкм

1. 5 мкм
2. 0,5 мкм

3. 50 нм

Назовите термин, обозначающий биосовместимую полимерную структуру, часто используемую для конструирования тканей и клеток.

Какой из предложенных методов обеспечивает наибольшее пространственное разрешение?

1. SLA
2. FluidFM
3. FEBID
4. SICM

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

- 1) Послойное построение объекта. Характерные скорости, размеры, виды используемых материалов.
- 2) Экономическая целесообразность, сокращение расходов производства, упрощение логистики, конвейерное производство, FDM-принтер с конвейером.
- 3) Виды слайсеров, фотограмметрия, 3D сканирование, CAD/CAM системы.
- 4) Ошибки триангуляции, нулевая геометрия, искажение облака нормалей, внутренние поверхности, потеря фасетов.
- 5) Толщина слоя, межстрочный интервал, скорость печати, «возврат подачи», «нахлест материала», основные части объектов: «дно», «внешний периметр», «внутренний периметр», «крыша».
- 6) Образование первого слоя: raft, skirt, brim.
- 7) Методы увеличения адгезии: изменение температуры, толщина и скорость первого слоя, охлаждение, нанесение функциональных покрытий.
- 8) Основные дефекты печати и методы их устранения: коробление, перекося, вскипание, подутость
- 9) Основные дефекты печати и методы их устранения: неслойность, «слоновья нога», внешние провисания, волнистость
- 10) Основные дефекты печати и методы их устранения: провисания, слоистость нижнего слоя, недоэкструзия, просечки
- 11) Основные дефекты печати и методы их устранения: царапины, недозаполнение, пушистость, пропущенный слой, несоблюдение осей
- 12) Лазерные технологии, однофотонное и двухфотонное поглощение, фотополимеризация
- 13) Фотонагрев, лазерноиндуцированный транспорт, фотовосстановление.
- 14) Экструзия материала, функциональные добавки: проводящие, магнитные, фосфоресцирующие, термостойкие, армированные пластики, конвейерная печать.
- 15) Биопечать, лазерноиндуцированная прямая печать, псевдопластичность, модуляция проводимости.
- 16) Порошковые аддитивные технологии, плотность укладки, спекание и сплавление.
- 17) Методы исследования внутренней структуры, пористость, эвтектика, композитные материалы.
- 18) Прямая и косвенная печать методом селективного лазерного спекания.
- 19) Порошковая печать с использованием связующего вещества, цветная трехмерная печать
- 20) Порошковая печать с использованием функциональных добавок, концепция 3D-принтера Hewlett Packard, мультиматериальная печать.
- 21) Печать наночастицами, концепция 3D-принтера XJET
- 22) Печать воском, концепция 3D-принтера SolidScare
- 23) Струйная печать фотополимером, водорастворимые полимеры, мультиматериальная печать Stratasys Polyjet.

- 24) Фотополимеризация, кислород как ингибитор реакции фотополимеризации, функциональные покрытия в циклических и непрерывных методах печати, наноструктурирование.
- 25) Диффузия кислорода, глубина проникновения, «мертвая зона», адгезия, расклинивание, bottom-up, top-down подходы, гидрофобные покрытия.
- 26) Просветляющие и гидрофобные покрытия и их роль в аддитивных технологиях, угол смачивания, контактный угол, гистерезис смачивания, дифракционное рассеяние.
- 27) Непрерывная печать, поддержание жидкого интерфейса, капиллярные силы, методы диагностики, анизотропия полимеризации, красители и их роль.
- 28) Литография с использованием шаблонов (масок), сканирующая литография, импринт-литография (штамповка).
- 29) Плазменное травление, осаждение атомного слоя, химическое осаждение из газовой среды
- 30) Гибридные методы печати, концепция послойного производства MicroFabrica
- 31) Электродинамическая печать и электроспиннинг с использованием расплава, конус Тейлора, электростатическая нестабильность.
- 32) Лазерно индуцированный транспорт, лазерная абляция, донорное покрытие, гальванометрические зеркала, пьезоподача, печать вокселями
- 33) Электрофорезис, коагуляция, электроосаждение, мениск, кантилеверы, биосборки, электрохимическая ячейка
- 34) Сканирующий ионный микроскоп, атомно-силовой микроскоп, первичный, вторичный и опорный электроды
- 35) Сфокусированный пучок ионов, прекурсоры, диссоциация, эмиссия вторичных электронов, печать на основе симуляции, нанолитография

#### 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	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать,	хорошо		71-85

	более широких 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. Стриганова, Л. Ю. Инженерная и компьютерная графика : учебное пособие / Л. Ю. Стриганова, Т. И. Кириллова. - Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2019. - 140 с. - ISBN 978-5-7996-2678-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1936351>
2. Бусыгина, Е. Б. Основы технического черчения : учебное пособие / Е. Б. Бусыгина, К. Н. Соломонов, О. Н. Чиченева. - Москва : ИД МИСиС, 2004. - 112 с. - ISBN 5-87623-126-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1242242>

#### Дополнительная литература

1. Инженерная 3D-компьютерная графика [Электронный ресурс] : учеб. пособие для бакалавров / А. Л. Хейфец [и др.] ; под ред. А. Л. Хейфеца, 2015. - 1 on-line, 602 с.
2. Вышнепольский И. С. Техническое черчение : учеб. для вузов и ссузов/ И. С. Вышнепольский. -10-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Юрайт, 2014. -317 с.
3. Норенков, И. П. Основы теории и проектирования САПР: Учеб. для вузов по спец. "Вычисл. машины, комплексы, системы и сети"/ И. П. Норенков, В. Б. Маничев. - М.: Высш. шк., 1990. - 335 с

4. Райан, Д. Инженерная графика в САПР/ Д. Райан; Пер.с англ.В.В.Мартынюка др.;Под ред.Д.А.Корягина. - М.: Мир, 1989. - 391 с.
5. Малюх, В. Н. Введение в современные САПР/ В. Н. Малюх. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 190, [1] с.: рис., табл.. - Библиогр.: с. 191.

#### **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: «Избранные главы биологии и химии».

Цель дисциплины: овладение обучающимися основными принципами, законами, методами, технологиями биологии и химии для дальнейшего их использования другими дисциплинами естественнонаучного содержания

### 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	<p>Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- фундаментальные процессы клеточного метаболизма и физические особенности протекания этих процессов;</li><li>- виды тканей и их функции;</li><li>- общий принцип строения атомов и молекул, их физические и химические свойства;</li><li>- основные типы химических связей; - процессы протекания химических реакций;</li><li>- общие понятия химии и физики твердого тела;</li><li>- общие понятия органической химии</li></ul> <p>Студент должен <b>уметь</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- связывать фундаментальные знания о процессах жизнедеятельности клетки и физических процессов, которые происходят в клетке;</li><li>- объяснять строение атомов и молекул химических веществ с позиции их физических свойств;</li><li>- различать виды химических связей между молекулами;</li><li>- характеризовать химическое равновесие системы;</li><li>- характеризовать базовые понятия химии твердого тела и органической химии.</li></ul> <p>Студент должен <b>владеть</b> навыками</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- проведения химических экспериментов для определения химического состава вещества и описывать их физические и химические свойства.</li></ul>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Избранные главы биологии и химии» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к дисциплинам по выбору.

#### 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>Принципы метаболического контроля</i>	<i>Свойства фермента и контроль в клетке. Гомеостаз. Изоферменты и коферменты. Медицинские последствия ферментов.</i>
2	<i>Основы биохимии питания</i>	<i>функции и потребности в питательных веществах, обзор метаболизма и энергетических стратегий в клетках человека, ключевой цикл для множества ролей: цикл трикарбоновых кислот</i>
3	<i>Дыхательная цепь</i>	<i>стратегия восстановления энергии, функционирование и контроль транспортной цепи митохондрий электронов, окислительное фосфорилирование.</i>

4	<i>Углеводы в качестве клеточного топлива</i>	<i>Углеводы в качестве клеточного топлива</i>
5	<i>Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт</i>	<i>Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт</i>
6	<i>Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот</i>	<i>Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот</i>
7	<i>Гликоген. Запас гликогена в организме</i>	<i>Гликоген. Запас гликогена в организме</i>
8	<i>Кинетика биологических реакций</i>	<i>Основа биологических реакций. Кинетика ферментативных реакций.</i>
9	<i>Структура белка</i>	<i>Образование разных уровней структур белка и протеостазис.</i>
10	<i>Взаимосвязь структуры белка и его функций</i>	<i>Контроль функций белков. Основные принципы и механизмы. Фосфорилиция белков. Белковые киназы.</i>
11	<i>Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»</i>	<i>Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»</i>
12	<i>Клеточный цикл</i>	<i>Клеточный цикл</i>
13	<i>Клеточная смерть. Апоптоз и некроз</i>	<i>Клеточная смерть. Апоптоз и некроз</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):

Принципы метаболического контроля

Основы биохимии питания

Дыхательная цепь

Углеводы в качестве клеточного топлива

Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт

Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот

Гликоген. Запас гликогена в организме

Кинетика биологических реакций

Структура белка

Взаимосвязь структуры белка и его функций

Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»

Клеточный цикл

Клеточная смерть. Апоптоз и некроз

Рекомендуемая тематика практических занятий:

*Тема 1. Принципы метаболического контроля. Свойства фермента и контроль в клетке. Гомеостаз. Изоферменты и коферменты. Медицинские последствия ферментов.*

*Тема 2. Основы биохимии питания: функции и потребности в питательных веществах, обзор метаболизма и энергетических стратегий в клетках человека, ключевой цикл для множества ролей: цикл трикарбоновых кислот.*

*Тема 3. Дыхательная цепь: стратегия восстановления энергии, функционирование и контроль транспортной цепи митохондрий электронов, окислительное фосфорилирование.*

*Тема 4. Углеводы в качестве клеточного топлива .*

*Тема 5. Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт.*

*Тема 6. Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот.*

*Тема 7. Гликоген. Запас гликогена в организме.*

*Тема 8. Кинетика биологических реакций. Основа биологических реакций. Кинетика ферментативных реакций.*

*Тема 9. Структура белка. Образование разных уровней структур белка и протеостазис.*

*Тема 10. Взаимосвязь структуры белка и его функций. Контроль функций белков. Основные принципы и механизмы. Фосфорилиция белков. Белковые киназы.*

*Тема 11. Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»*

*Тема 12. Клеточный цикл.*

*Тема 13. Клеточная смерть. Апоптоз и некроз*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

*Принципы метаболического контроля*

*Основы биохимии питания*

*Дыхательная цепь*

*Углеводы в качестве клеточного топлива*

*Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт*

*Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот*

*Гликоген. Запас гликогена в организме*

*Кинетика биологических реакций*

*Структура белка*

*Взаимосвязь структуры белка и его функций*

*Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»*

*Клеточный цикл*

*Клеточная смерть. Апоптоз и некроз*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

*Принципы метаболического контроля*

*Основы биохимии питания*

*Дыхательная цепь*

*Углеводы в качестве клеточного топлива*

*Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт*

*Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот*  
*Гликоген. Запас гликогена в организме*  
*Кинетика биологических реакций*  
*Структура белка*  
*Взаимосвязь структуры белка и его функций*  
*Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»*  
*Клеточный цикл*  
*Клеточная смерть. Апоптоз и некроз*

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>Принципы метаболического контроля</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Основы биохимии питания</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Дыхательная цепь</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Углеводы в качестве клеточного топлива</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Гликоген. Запас гликогена в организме</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контроли-руемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Кинетика биологических реакций</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Структура белка</i>	<i>ПК-1</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

*Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:*

Свойство живых организмов ощущать действие факторов среды и отвечать на них – это:

1. обмен веществ;
2. раздражимость;
3. размножение;
4. рост;
5. движение.

Процесс увеличения массы тела и размеров организма в период его развития называется:

1. обмен веществ;
2. раздражимость;
3. размножение;
4. рост;
5. движение.

Процессы поступления питательных веществ в организм и выведение из него продуктов распада называется:

1. обмен веществ;
2. раздражимость;
3. размножение;
4. рост;
5. движение.

Процесс передачи наследственной информации от родителей к потомкам называется:

1. обмен веществ;
2. раздражимость;
3. размножение;
4. рост;
5. движение.

Процесс перемещения организма и его отдельных органов в пространстве или внутриклеточное перемещение это:

1. обмен веществ;
2. раздражимость;
3. размножение;
4. рост;
5. движение.

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

- 1) Биология как наука, ее достижения, методы исследования, связи с другими науками. Роль биологии в формировании современной естественнонаучной картины мира.
- 2) Признаки и свойства живого: клеточное строение, особенности химического состава, обмен веществ и превращения энергии, гомеостаз, раздражимость, воспроизведение, развитие.
- 3) Уровневая организация и эволюция. Основные уровни организации живой природы: клеточный, организменный, популяционно-видовой, биогеоценотический, биосферный.
- 4) Биологические системы. Общие признаки биологических систем: клеточное строение, особенности химического состава, обмен веществ и превращения энергии, гомеостаз, раздражимость, движение, рост и развитие, воспроизведение, эволюция.
- 5) Химический состав клетки. Макро- и микроэлементы.
- 6) Неорганические вещества клетки. Вода, минеральные соли. Особенности строения, функции в клетке и организме.
- 7) Основные типы органических веществ в клетке. Взаимосвязь строения и функций неорганических и органических веществ (белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, АТФ), входящих в состав клетки. Роль химических веществ в клетке и организме человека.
- 8) Классификация углеводов, особенности их структуры.
- 9) Строение и функции моносахаридов.
- 10) Строение и функции полисахаридов.
- 11) Особенности строения белков как биологических полимеров. Мономеры белка.
- 12) Строение первичной и вторичной структуры белка.
- 13) Строение третичной и четвертичной структуры белка.
- 14) Функции белков. Ферменты – биологически активные вещества клетки.
- 15) Особенности структуры и функции липидов. Функции липидов в клетке.
- 16) Особенности строения нуклеиновых кислот как биологических полимеров. Строение мономеров нуклеиновых кислот.
- 17) Сходство и различие строения нуклеотидов ДНК и РНК.
- 18) Строение вторичной структуры ДНК. Понятие о процессе репликации.
- 19) Строение и функции основных компонентов клетки. Взаимосвязь строения и функций частей и органоидов клетки – основа ее целостности.
- 20) Строение клетки прокариот.
- 21) Сходство и различие в строении клетки про- и эукариот.
- 22) Виды бактерий. Болезнетворные бактерии.
- 23) Особенности строения клеточной мембраны про- и эукариот.
- 24) Надмембранные структуры клеток про- и эукариот, их функции.
- 25) Особенности строения цитоскелета клетки.
- 26) Особенности строения и функций генетического аппарата клеток про- и эукариот.
- 27) Строение и функции ядра.
- 28) Генетический материал ядра – хроматин. Современные представления о гене и геноме.
- 29) Клеточные органеллы про-кариот.
- 30) Одномембранные органеллы, их строение и функции.
- 31) Двухмембранные органеллы, их строение и функции.
- 32) Безмембранные органеллы, их строение и функции.
- 33) Специализированные органеллы, их строение и функции.
- 34) Основные понятия о клеточных процессах. Рост и развитие. Клеточный цикл.
- 35) Энергетический и пластический обмен, их взаимосвязь.
- 36) Стадии энергетического обмена. Брожение и дыхание.
- 37) Стадии биосинтеза белка. Особенности транскрипции и трансляции. Образование вторичной, третичной и четвертичной структуры белков.
- 38) Ткани многоклеточных организмов. Специализация клеток. Основные виды тканей человека.



- 39) Строение и функции эпителиальной ткани человека.  
 40) Строение и функции соединительной ткани человека.  
 41) Строение и функции мышечной ткани человека.  
 42) Строение и функции нервной ткани 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 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. Древин, В. Е. Биологическая и физколлоидная химия: учебно-методическое пособие для студентов направления 36.03.02.62 «Зоотехния» / Древин В.Е., Спивак М., Комарова В. - Волгоград:Волгоградский ГАУ, 2015. - 152 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/615100>

#### Дополнительная литература

1. Биологическая химия : учеб. пособие для вузов/ [Ю. Б. Филиппович [и др.] ; под ред. Н. И. Ковалевской. -4-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Академия, 2013. -1 о=эл. опт. диск (CDROM), 314, [1] с.: ил., рис., табл.
2. Верещагина В. А. Цитология : учеб. для вузов/ В. А. Верещагина. -Москва: Академия, 2012. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 172, [1] с.: ил., рис., табл.
3. Глинка Н. Л. Общая химия : учеб. пособие/ Н. Л. Глинка; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. -18-е изд., перераб. и доп.. -М.: Юрайт, 2011. -885, [3] с.: ил., табл.
4. Глинка Н. Л.. Общая химия : учеб. для акад. бакалавриата : в 2 т./ Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова Т. 1. -1 г=on-line, 746 с.
5. Грандберг И. И. Органическая химия : учеб. для бакалавров/ И. И. Грандберг, Н. Л. Нам. -8-е изд.. -М.: Юрайт, 2012. -608 с.
6. Ершов Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : учеб. для вузов/ Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд; под ред. Ю. А. Ершова. -10-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Юрайт, 2014 г=on-line, 559, [1]
7. Кудряшева Н. С. Физическая и коллоидная химия : учеб. и практикум для приклад. бакалавриата/ Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева; Сиб. Федер. ун-т. -2-е изд., перераб. и доп.. - Москва:
8. Хаханина Т. И. Неорганическая химия : учеб. пособие для СПО и приклад. бакалавриата/ Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, В. И. Гребенькова; Нац. исслед. ун-т. -Москва: Юрайт, 2015. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 287, [1] с. 14
9. Щукин Е. Д. Коллоидная химия : учеб. для бакалавров/ Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. -7-е изд., испр. и доп.. -М.: Юрайт, 2013. -443, [1] с.: ил., табл.

### 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: «Приложения магнитных материалов».

### Цель дисциплины

Дать студентам знания и навыки, необходимые для понимания принципов работы и применения различных типов магнитных материалов в современных технологиях.

## 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 организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.	ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.	<b>Знать:</b> Основные понятия и определения, связанные с магнитными материалами: магнитные свойства, намагниченность, коэрцитивная сила, остаточная индукция и др. <b>Физические основы магнетизма:</b> природа магнитного поля, взаимодействие магнитных моментов, доменная структура ферромагнетиков. <b>Свойства основных типов магнитных материалов:</b> ферромагнитных, парамагнитных и диамагнитных. <b>Уметь:</b> Применять полученные знания для решения задач, связанных с использованием магнитных материалов. Анализировать результаты экспериментов и делать выводы о свойствах магнитных материалов и работе устройств на их основе. <b>Владеть:</b> Способностью к самостоятельному поиску информации по теме магнитных материалов и применению полученных знаний в своей профессиональной деятельности.
ПК-3 Способен организовывать контроль и техническое сопровождение разработки материалов для выбранных приложений и технологических процессов	ПК-3.1 Организует входной контроль материалов, сырья и оборудования, необходимого для выполнения поставленной задачи. ПК-3.2 Организует проведение и контроль метрологических	<b>Знать:</b> Принципы работы устройств на основе магнитных материалов: датчики, трансформаторы, электродвигатели, магнитные запоминающие устройства и др. <b>Методы анализа и контроля свойств магнитных материалов:</b> измерение намагниченности, коэрцитивной силы, остаточной индукции и др.

конкретных производств	испытаний предлагаемого технологического решения. ПК-3.3 Организовывает техническое сопровождение этапов испытания и производства в соответствии с предлагаемым технологическим решением в лабораторных условиях и на производстве.	<b>Уметь:</b> Использовать методы анализа и контроля магнитных свойств материалов для оценки их качества и пригодности для конкретных применений. Разрабатывать новые устройства на базе магнитных материалов с заданными свойствами. <b>Владеть:</b> Навыками критического мышления и способностью анализировать и оценивать результаты исследований.
------------------------	---	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Приложения магнитных материалов» представляет собой дисциплину Б1.В.ДВ.01.01.ДВ.01.05 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	<i>Принципы работы устройств на основе магнитных материалов</i>	<i>Тема включает изучение принципов работы датчиков, трансформаторов, электродвигателей, магнитных запоминающих устройств и других устройств, использующих магнитные материалы.</i>
2	<i>Современные тенденции и перспективы развития магнитных технологий.</i>	<i>Последние достижения в области спинтроники, магнитоэлектроники, квантовых магнитных материалов.</i>
3	<i>Применение магнитных материалов в электротехнике и радиоэлектронике.</i>	<i>Использование магнитных материалов для создания трансформаторов, катушек индуктивности, электромагнитов и других компонентов электрических и электронных устройств.</i>
4	<i>Основы технологии производства магнитных материалов и их обработки.</i>	<i>Процессы производства, обработки и контроля качества магнитных 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 *Принципы работы устройств на основе магнитных материалов*
- 2 *Современные тенденции и перспективы развития магнитных технологий.*
- 3 *Применение магнитных материалов в электротехнике и радиоэлектронике.*
- 4 *Основы технологии производства магнитных материалов и их обработки.*

Рекомендуемая тематика практических занятий:

- 1 *Принципы работы устройств на основе магнитных материалов*
- 2 *Современные тенденции и перспективы развития магнитных технологий.*
- 3 *Применение магнитных материалов в электротехнике и радиоэлектронике.*
- 4 *Основы технологии производства магнитных материалов и их обработки.*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам*

1	<i>Принципы работы устройств на основе магнитных материалов</i>
2	<i>Современные тенденции и перспективы развития магнитных технологий.</i>
3	<i>Применение магнитных материалов в электротехнике и радиоэлектронике.</i>
4	<i>Основы технологии производства магнитных материалов и их обработки.</i>

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

1	<i>Принципы работы устройств на основе магнитных материалов</i>
2	<i>Современные тенденции и перспективы развития магнитных технологий.</i>
3	<i>Применение магнитных материалов в электротехнике и радиоэлектронике.</i>
4	<i>Основы технологии производства магнитных материалов и их обработки.</i>

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	<i>Принципы работы устройств на основе магнитных материалов</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Доклад</i>
2	<i>Современные тенденции и перспективы развития магнитных технологий.</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Доклад</i>
3	<i>Применение магнитных материалов в электротехнике и радиоэлектронике.</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Доклад</i>
4	<i>Основы технологии производства магнитных материалов и их обработки.</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Доклад</i>

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

**Список примерных тем для докладов:**



1. *История развития магнитных технологий и их применение в различных областях. В докладе можно рассмотреть основные этапы развития магнитных технологий, а также их использование в электротехнике, радиоэлектронике, приборостроении и других областях.*
2. *Современные тенденции и перспективы развития магнитных технологий. Доклад может быть посвящён последним достижениям в области спинтроники, магнитоэлектроники, квантовых магнитных материалов и других перспективных направлений.*
3. *Применение магнитных материалов в медицине. В докладе можно рассказать о применении магнитных материалов для создания медицинских устройств, таких как магнитные имплантаты, магнитные наночастицы для диагностики и лечения заболеваний и т. д.*
4. *Влияние внешних факторов на магнитные свойства материалов. Доклад может содержать информацию о влиянии температуры, давления, механических воздействий и других факторов на свойства магнитных материалов.*
5. *Основы технологии производства магнитных материалов и их обработки. В докладе можно подробно рассмотреть процессы производства, обработки и контроля качества магнитных материалов.*
6. *Магнитные материалы в электроэнергетике. Доклад может включать информацию о применении магнитных материалов для создания трансформаторов, катушек индуктивности, электромагнитов и других компонентов электрических и электронных устройств.*
7. *Спинтроника и её применение. В докладе можно обсудить принципы работы спинтроники и её использование для создания новых устройств и технологий.*
8. *Квантовые магнитные материалы и их свойства. Доклад может содержать информацию об основных свойствах квантовых магнитных материалов, таких как сверхпроводимость, магнетизм и т. д., и их применении в науке и технике.*
9. *Магнитная запись информации. В докладе можно рассмотреть принципы магнитной записи информации, а также современные технологии, такие как жёсткие диски, флэш-память и другие.*
10. *Перспективы развития магнитных технологий в будущем. Доклад может содержать прогнозы и предположения о том, какие новые направления развития магнитных технологий могут появиться в ближайшее время.*

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

1. *Что такое магнитная индукция и как она связана с напряжённостью магнитного поля?*
2. *Какие основные свойства ферромагнитных материалов вы знаете?*
3. *Как работает датчик Холла и для чего он используется?*
4. *Что такое коэрцитивная сила и остаточная индукция?*
5. *В чём разница между парамагнитными и диамагнитными материалами?*

6. Как работают трансформаторы на основе магнитных материалов?
7. Какие методы анализа и контроля свойств магнитных материалов существуют?
8. Каковы современные тенденции развития магнитных технологий?
9. Как магнитные материалы используются в электротехнике и радиоэлектронике?
10. Как влияет температура на магнитные свойства материалов?
11. Какие процессы происходят при производстве магнитных материалов?
12. Что такое спинтроника и какие принципы лежат в её основе?
13. Какие квантовые магнитные материалы вы знаете и каковы их свойства?
14. Как происходит магнитная запись информации?

Каковы перспективы развития магнитных технологий в будущем?

#### 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	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и	удовлетворительно		55-70

(достаточны й)		практически контролируемого материала			
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. Перминов, А. С. Сертификация магнитных материалов : курс лекций / А. С. Перминов, В. Ю. Введенский, А. С. Лилеев. - Москва : ИД МИСиС, 2006. - 132 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1223597>
2. Перминов, А. С. Методы испытания магнитных материалов : лабораторный практикум / А. С. Перминов, Е. А. Шуваева, В. Ю. Введенский. - Москва : ИД МИСиС, 2006. - 70 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1227589>

#### **Дополнительная литература**

1. Никифоров В. Н. Медицинские применения магнитных наночастиц //Известия Академии инженерных наук им. АМ Прохорова. – 2013. – №. 1. – С. 23-34.
2. Spaldin N. A. Magnetic materials: fundamentals and applications. – Cambridge university press, 2010.
3. Heck C. Magnetic materials and their applications. – Elsevier, 2013.

### **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: «Проектирование цифровых схем».

### Цель дисциплины

Дать студентам знания и навыки, необходимые для разработки и проектирования цифровых электронных устройств, таких как микропроцессоры, микроконтроллеры, программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) и другие.

## 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 организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.	ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.	<b>Знать:</b> Основные понятия и определения, связанные с цифровой электроникой: логические элементы, комбинационные и последовательностные схемы, триггеры, счётчики, регистры и др. Принципы работы логических элементов: И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ и др. Основы булевой алгебры: законы, тождества, теоремы и их применение для анализа и синтеза цифровых схем. <b>Уметь:</b> Использовать методы проектирования для разработки новых цифровых устройств с заданными свойствами. <b>Владеть:</b> Способностью к самостоятельному поиску информации по теме цифровой схемотехники и применению полученных знаний в своей профессиональной деятельности.
ПК-3 Способен организовывать контроль и техническое сопровождение разработки материалов для выбранных приложений и технологических процессов конкретных производств	ПК-3.1 Организует входной контроль материалов, сырья и оборудования, необходимого для выполнения поставленной задачи. ПК-3.2 Организует проведение и контроль метрологических испытаний предлагаемого технологического решения. ПК-3.3 Организует техническое сопровождение этапов испытания и	<b>Знать:</b> Методы проектирования комбинационных схем: дешифраторы, мультиплексоры, сумматоры и др. Принципы построения последовательностных схем: триггеры, счётчики, регистры и др. <b>Уметь:</b> Решать задачи, связанные с расчётом параметров цифровых схем (быстродействие, энергопотребление, надёжность и др.). <b>Владеть:</b> навыками работы с технологией производства

	производства в соответствии с предлагаемым технологическим решением в лабораторных условиях и на производстве.	цифровых интегральных схем и их обработки.
--	--	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Проектирование цифровых схем» представляет собой дисциплину Б1.В.ДВ.01.01.ДВ.01.06 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	<i>Основы цифровой электроники.</i>	<i>Логические элементы, комбинационные и последовательностные схемы, триггеры, счётчики, регистры</i>
2	<i>Принципы работы логических элементов</i>	<i>Принципы работы основных логических элементов: И, ИЛИ, НЕ,</i>

		<i>И-НЕ, ИЛИ-НЕ и др., а также их применение в цифровых схемах.</i>
3	<i>Методы проектирования комбинационных схем.</i>	<i>Методы проектирования таких комбинационных схем, как дешифраторы, мультиплексоры, сумматоры</i>
4	<i>Последовательностные схемы и их проектирование.</i>	<i>Принципы построения последовательностных схем: триггеров, счётчиков, регистров и др. Рассматриваются методы анализа и синтеза таких схем, а также особенности их применения в различных устройствах.</i>
5	<i>Современные тенденции и перспективы развития цифровой схемотехники.</i>	<i>Последние достижения в области микропроцессоров, микроконтроллеров, программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) и других перспективных направлений развития цифровой техники.</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 *Основы цифровой электроники.*
- 2 *Принципы работы логических элементов*
- 3 *Методы проектирования комбинационных схем.*
- 4 *Последовательностные схемы и их проектирование.*
- 5 *Современные тенденции и перспективы развития цифровой схемотехники.*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

- 1 *Основы цифровой электроники.*
- 2 *Принципы работы логических элементов*
- 3 *Методы проектирования комбинационных схем.*
- 4 *Последовательностные схемы и их проектирование.*
- 5 *Современные тенденции и перспективы развития цифровой схемотехники.*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

- 1 *Основы цифровой электроники.*
- 2 *Принципы работы логических элементов*
- 3 *Методы проектирования комбинационных схем.*
- 4 *Последовательностные схемы и их проектирование.*
- 5 *Современные тенденции и перспективы развития цифровой схемотехники.*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

- 1 Основы цифровой электроники.
- 2 Принципы работы логических элементов
- 3 Методы проектирования комбинационных схем.
- 4 Последовательностные схемы и их проектирование.
- 5 Современные тенденции и перспективы развития цифровой схемотехники.

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	<i>Основы цифровой электроники.</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Проектная работа</i>
2	<i>Принципы работы логических элементов</i>	ПК-2; ПК-3	<i>Проектная работа</i>
3	<i>Методы проектирования комбинационных схем.</i>	ПК-2; ПК-3	<i>Проектная работа</i>
4	<i>Последовательностные схемы и их проектирование.</i>	ПК-2; ПК-3	<i>Проектная работа</i>
5	<i>Современные тенденции и перспективы развития цифровой схемотехники.</i>	ПК-2; ПК-3	<i>Проектная 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. *Исследование принципов работы основных логических элементов. В рамках проекта можно изучить принципы работы логических элементов И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ и других, а также провести эксперименты с использованием реальных устройств или симуляторов.*

2. *Проектирование и анализ работы комбинационной схемы на основе мультиплексора. Проект может включать в себя разработку схемы на базе мультиплексора, её моделирование и тестирование, а также анализ полученных результатов.*
3. *Разработка и реализация последовательностной схемы на основе триггера. Проект предполагает создание схемы на основе RS-триггера, её реализацию на микроконтроллере или другом устройстве, а также проведение экспериментов для проверки работоспособности.*
4. *Анализ современных тенденций в области цифровой схемотехники. Проект включает в себя исследование последних достижений в области микропроцессоров, микроконтроллеров, ПЛИС и других устройств, а также прогнозирование будущих направлений развития.*
5. *Применение методов цифровой схемотехники для решения конкретной задачи. Проект может быть направлен на разработку устройства или системы, использующей методы цифровой схемотехники, например, для управления освещением, мониторинга температуры или других целей.*
6. *Сравнение различных типов логических элементов и их применение в цифровых схемах. Проект позволяет провести сравнительный анализ различных логических элементов (И, ИЛИ, НЕ и др.) и определить наиболее подходящие для конкретных задач.*
7. *Оптимизация комбинационной схемы с целью повышения быстродействия и снижения энергопотребления. Проект направлен на поиск способов оптимизации комбинационной схемы для улучшения её характеристик.*
8. *Создание модели последовательностной схемы в среде моделирования и её анализ. Проект предполагает разработку модели последовательностной схемы (например, счётчика) в среде моделирования, её анализ и оптимизацию.*
9. *Обзор современных технологий в области цифровой электроники и их влияние на развитие отрасли. Проект включает изучение последних разработок в области цифровой электроники, таких как 5G, искусственный интеллект, интернет вещей и другие, и их влияния на будущее отрасли.*
10. *Разработка прототипа устройства на основе последовательностной схемы. Проект предусматривает создание прототипа устройства (например, таймера или кодового замка) на основе последовательностной схемы и его тестирование.*

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

1. *Что такое цифровая электроника? Какие основные элементы используются в цифровых схемах?*
2. *Опишите принципы работы основных логических элементов: И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ.*
3. *Как можно использовать логические элементы для построения комбинационных схем? Приведите примеры.*
4. *Какие методы проектирования комбинационных схем существуют? В чём их особенности?*

5. Объясните принцип работы последовательных схем на примере триггера.
6. Какие типы триггеров вы знаете? В каких устройствах они применяются?
7. Расскажите о методах проектирования последовательных схем. Приведите примеры использования.
8. В чём заключается отличие между комбинационными и последовательными схемами?
9. Каковы современные тенденции развития цифровой схемотехники?
10. Какие новые технологии и материалы используются в современной цифровой электронике?
11. Какие перспективы развития имеет цифровая схемотехника в будущем?
12. Как влияют внешние факторы (температура, влажность, механические воздействия) на работу цифровых устройств?
13. Какие меры защиты от внешних воздействий применяются в современных цифровых устройствах?
14. Какие проблемы возникают при проектировании цифровых схем с учётом требований к быстродействию, энергопотреблению, надёжности и другим параметрам?
15. Какие задачи решает теория автоматов при проектировании цифровых устройств?

#### 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, 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. Проектирование цифровых устройств : учебник / А.В. Кистрин, Б.В. Костров, М.Б. Никифоров, Д.И. Устюков. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2022. — 352 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-906818-59-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1495622>

#### **Дополнительная литература**

2. Уилкинсон Б. Основы проектирования цифровых схем. – Издательский дом Вильямс, 2004.
3. Pedroni V. A. Circuit design with VHDL. – MIT press, 2020.

### **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.

## 5. Программа практики

Не предусмотрена.

## 6. 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»  
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**

**«Нейротехнологии»**

**Шифр: 03.04.02**

**Направление подготовки: Физика**

**Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»**

**Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь**

## Лист согласования

**Составители:** Кристина Александровна Гриценко, к.ф.-м.н., Директор ВШ Нанотехнологий и инженерии, научный сотрудник НОЦ «Умные материалы и передовые технологии»; Антипова Валентина Николаевна, младший научный сотрудник НОЦ «Умные материалы и передовые технологии»

Протокол № 15 от «7»\_марта\_2024г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.  
Директор ВШ Нанотехнологий и инженерии

А.В. Юров  
К.А. Гриценко



## Содержание

1. Название образовательного модуля
2. Характеристика образовательного модуля
3. Методические указания для обучающихся по освоению модуля
4. Программы дисциплин образовательного модуля
  - 4.1. Программа дисциплины «Функциональная анатомия нервной системы»
  - 4.2. Программа дисциплины «Нейрофизиология когнитивных процессов»
  - 4.3. Программа дисциплины «Введение в биомиметику»
  - 4.4. Программа дисциплины «Сенсорные системы и прикладные нейротехнологии»
  - 4.5. Программа дисциплины «Физиология нейрона и основы биоэлектромагнетизма»
  - 4.6. Программа дисциплины «Нейровизуализация»
  - 4.7. Программа дисциплины «Основы приборостроения и робототехники»
  - 4.8. Программа дисциплины «Вычислительная нейробиология»
  - 4.9. Программа дисциплины «Научно-исследовательский семинар по нейронаукам»
  - 4.10. Программа дисциплины «Избранные главы биологии и химии»
  - 4.11. Программа дисциплины «Нейродегенерация и нейропластичность»
  - 4.12. Программа дисциплины «Нейрон-глиальные взаимодействия»
  - 4.13. Программа дисциплины «Нейрофармакология»
  - 4.14. Программа дисциплины «Философские вопросы нейронаук»
  - 4.15. Программа дисциплины «Базовые принципы нейронаук»
  - 4.16. Программа дисциплины «Молекулярно-генетические методы в нейронауках»
  - 4.17. Программа дисциплины «Модельные объекты и поведенческое фенотипирование»
5. Программа практики
6. Программа итоговой аттестации по модулю

## 1. Название модуля: «Нейротехнологии»

### 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:

1. Дать представление о строении и функциях нервной системы.
2. Познакомить с принципами работы нейронов и нейронных сетей.
3. Научить методам регистрации активности мозга.
4. Рассмотреть современные направления развития нейротехнологий и их применение в различных сферах.

#### 2.2. Образовательные результаты выпускника

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-1</i> Способен разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.	<i>ПК-1.1</i> Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. <i>ПК-1.2</i> Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. <i>ПК-1.3</i> Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.	<b>Знать:</b> Основные понятия и определения, связанные с нейрофизиологией и нейроанатомией: нейрон, синапс, нейронная сеть, мозг, нервная система и др. Строение и функции нервной системы человека и животных. Принципы работы нейронов и нейронных сетей. <b>Уметь:</b> Применять полученные знания для решения задач, связанных с работой нервной системы. Анализировать результаты экспериментов и делать выводы о функциях нервной системы и работе нейротехнологий. <b>Владеть:</b> Навыками работы с лабораторным оборудованием для исследования нервной системы.
<i>ПК-2</i> Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.	<i>ПК-2.1</i> Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства <i>ПК-2.2</i> Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования	<b>Знать:</b> Методы регистрации активности мозга: электроэнцефалография (ЭЭГ), магнитоэнцефалография (МЭГ), функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) и др. Технологии нейропротезирования и нейрореабилитации. Применение нейротехнологий в медицине, образовании, спорте и других областях. Основы теории информации и её применение для описания процессов

	<i>ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	в нервной системе. <b>Уметь:</b> Использовать методы регистрации активности мозга для оценки состояния нервной системы. Разрабатывать новые устройства для нейропротезирования и реабилитации с заданными свойствами. <b>Владеть:</b> Способностью к самостоятельному поиску информации по теме нейротехнологий и применению полученных знаний в своей профессиональной деятельности.
<i>ПК-3 Способен организовывать контроль и техническое сопровождение разработки материалов для выбранных приложений и технологических процессов конкретных производств</i>	<i>ПК-3.1 Организует входной контроль материалов, сырья и оборудования, необходимого для выполнения поставленной задачи. ПК-3.2 Организует проведение и контроль метрологических испытаний предлагаемого решения. ПК-3.3 Организует техническое сопровождение этапов испытания и производства в соответствии с предлагаемым технологическим решением в лабораторных условиях и на производстве.</i>	<b>Знать:</b> Особенности функционирования нервной системы в различных условиях (стресс, сон, обучение и др.). Влияние внешних факторов (температура, давление, механические воздействия) на работу нервной системы. Основы технологии производства устройств для регистрации активности мозга и их обработки. <b>Уметь:</b> Оценивать влияние внешних факторов на работу нейротехнологий и выбирать оптимальные условия эксплуатации. Решать задачи, связанные с расчётом параметров нейросетей и устройств для регистрации активности мозга. <b>Владеть:</b> Методами обработки и анализа экспериментальных данных.

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

Освоение дисциплин модуля закладывает базу для будущей профессиональной деятельности в сфере 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности. 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.

### 4. Программы дисциплин модуля

### 1. Наименование дисциплины: «Функциональная анатомия нервной системы».

Цель дисциплины: формирование у студентов системных знаний о строении и функциях основных отделов нервной системы, а также особенностях строения нервной ткани. Особое значение будет уделяться развитию навыков планирования эксперимента для решения поставленной задачи.

### 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - фундаментальные принципы функциональной анатомии нервной системы; - новые технологии в сфере профессиональной деятельности с использованием живых объектов.  Студент должен <b>уметь</b> : - ориентироваться в строении центральной и периферической нервной системы с целью реализации профессиональной деятельности; - применять новые технологии в сфере профессиональной деятельности.  Студент должен <b>владеть</b> :
<i>ПК-2 Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	- основными методами функциональной нейроанатомии с целью реализации профессиональной деятельности; - навыками гуманного обращения с живыми объектами в медикобиологических исследованиях.

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Функциональная анатомия нервной системы» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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
<i>Тема №1. Введение</i>	<i>Принципы организации мозга</i>	<i>Общая организация нервной системы трубчатого типа. Теории эволюции нервной системы. Пластичность мозга: типы пластичности, характерной для разного возраста.</i>
<i>Тема №2. Онтогенез нервной системы.</i>	<i>Развитие нервной системы млекопитающих в процессе онтогенеза.</i>	<i>Нервная трубка, основные особенности пролиферации и дифференциации нервных клеток.</i>
<i>Тема №3. Строение нервной ткани.</i>	<i>Гистологическое строение нервной ткани.</i>	<i>Клетки мозга: нейроны, астроциты, олигодендроциты, микроглия, особенности строения и функций.</i>
<i>Тема №4. Строение спинного мозга</i>	<i>Особенности организации спинного мозга</i>	<i>Проводящие пути. Характеристика ядер и проводящих путей спинного мозга. Гистология спинного мозга, особенности приготовления препаратов и основные методы окрашивания тканей.</i>

Тема №5. Общая характеристика головного мозга и его отделов.	Особенности строения продолговатого мозга.	Продолговатый мозг и мост. Строение заднего и среднего мозга. Задний мозг. Мост, внешнее и внутреннее строение.
Тема №6. Мозжечок	Особенности строения мозжечка.	Внешнее строение, части мозжечка, кора мозжечка.
Тема №7. Средний мозг.	Особенности строения среднего мозга.	Ядра и проводящие пути среднего мозга.
Тема №8. Строение промежуточного и конечного мозга.	Особенности строения промежуточного и конечного мозга	Строение и функции таламуса. Гипоталамус: структура и функциональная роль в организме. Конечный мозг: борозды и извилины коры больших полушарий. Доли мозга. Базальные (подкорковые) ядра: строение и функции.

## 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. Онтогенез нервной системы.
- Тема №3. Строение нервной ткани.
- Тема №4. Строение спинного мозга.
- Тема №5. Общая характеристика головного мозга и его отделов.
- Тема №6. Мозжечок.
- Тема №7. Средний мозг.
- Тема №8. Строение промежуточного и конечного мозга.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

- Тема №1. Введение.
- Тема №2. Онтогенез нервной системы.
- Тема №3. Строение нервной ткани.
- Вопросы для подготовки:
  1. Эволюция нервной системы.
  2. Развитие центральной и периферической нервной системы в процессе онтогенеза.
  3. Сравнительная анатомия нервной системы позвоночных животных.

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ

№ п/п	Тема лабораторной работы
-------	--------------------------

1	<i>Строение и функции нейронов: морфология, электрическая активность и передача сигналов.</i>
2	<i>Организация и функции центральной нервной системы: анатомия головного мозга, спинного мозга и их роль в обработке информации.</i>
3	<i>Строение и функции периферической нервной системы: анатомия периферических нервов, рефлексy и двигательные функции.</i>
4	<i>Сенсорные системы: строение и функции зрительной, слуховой, обонятельной и вкусовой систем.</i>
5	<i>Автономная нервная система: строение и регуляция внутренних органов, симпатическая и парасимпатическая иннервация.</i>
6	<i>Нейромедиаторы и нейромодуляторы: химические сигналы в нервной системе и их роль в регуляции функций организма.</i>
7	<i>Патологии нервной системы: анатомические особенности и изменения при различных неврологических заболеваниях</i>

#### Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам. По результатам работы, студент составляет структурированные заметки в программе Obsidian и визуализирует связи между концепциями в виде графов, заметки выкладываются в общий доступ в систему ЛМС БФУ им. И. Канта.*

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.</i>	<i>ОПК-4</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема №2. Онтогенез нервной системы</i>	<i>ОПК-4</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>



Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема №3. Строение нервной ткани.</i>	<i>ОПК-4</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема №4. Строение спинного мозга.</i>	<i>ОПК-4</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема №5. Общая характеристика головного мозга и его отделов.</i>	<i>ОПК-4</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема №6. Мозжечок.</i>	<i>ОПК-4</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема №7. Средний мозг.</i>	<i>ОПК-4</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема №8. Строение промежуточного и конечного мозга.</i>	<i>ОПК-4</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</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. С каким отделом головного мозга соединен спинной мозг?	а) промежуточный мозг; б) средний мозг; в) продолговатый мозг.
2. Где заканчивается спинной мозг?	а) на уровне первого поясничного позвонка; б) на уровне копчика; в) на уровне первого крестцового позвонка.
3. В какой последовательности расположены оболочки спинного мозга (от центра к периферии)?	а) мягкая, паутинная, твердая; б) мягкая, твёрдая, паутинная; в) твердая, мягкая, паутинная.
4. Чем заполнено пространство между позвоночным каналом и спинным мозгом?	а) серым и белым веществом; б) жировой тканью, кровеносными сосудами, спинномозговой жидкостью; в) спинномозговой жидкостью, белым веществом, жировой тканью.
5. Сколько пар нервных корешков отходит от спинного мозга?	а) 31; б) 20; в) 43.
6. Что такое серое вещество?	а) тела нейронов; б) отростки глиальных клеток; в) отростки нервных клеток.
7. Что такое восходящие пути?	а) передача сигналов от головного в спинной

	<p>мозга;</p> <p>б) передача сигналов от спинного в головной мозг;</p> <p>в) передача сигналов от головного мозга к органам.</p>
8. В каких отделах наблюдается утолщение спинного мозга?	<p>а) в шейном и поясничном;</p> <p>б) в грудном и поясничном;</p> <p>в) в поясничном и крестцовом.</p>
9. Отдел мозга, к которому относится третий желудочек.	<p>а) продолговатый;</p> <p>б) промежуточный;</p> <p>в) конечный.</p>
10. Какие нервные волокна соединяют одинаковые участки разных полушарий?	<p>а) медиальные;</p> <p>б) латеральные;</p> <p>в) комиссуральные.</p>

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

1. Центральная нервная система. - структура, отделы и функции. Общий план строения ЦНС. Характеристика нервного типа регуляции и виды нервных влияний.
2. Нейрон- структурно-функциональная единица ЦНС. Основные части нейрона, их характеристика и функции.
3. Глиальные клетки, типы, их роль.
4. Рефлекторный принцип деятельности ЦНС. Определение рефлекса. Рефлекторная дуга, ее составные части. Чувствительные, вставочные и двигательные нейроны.
5. Организация ЦНС: нейрон — нейронный контур — нервный центр — распределенная система. Дать характеристику каждому термину.
6. Представление о функциональной системе (по П.К. Анохину).
7. Нервные центры, сегментарные и надсегментарные. Свойства нервных центров.
8. Координация функций ЦНС, понятие. Факторы координации
9. Спинной мозг Принцип сегментарной иннервации. Основные функции спинного мозга. Состояние мышечного тонуса у спинального животного, механизм.
10. Спинальная организация двигательной функции. Соматические рефлексы спинного мозга. Схемы рефлекторных дуг.
11. Ствол мозга. Основные отделы, структуры и центры ствола мозга. Основные функции ствола мозга (соматические, и вегетативные). Особенности ствольных рефлексов.
12. Участие ствола мозга в управлении позой и движениями. Участие ретикулярной формации, ядра Дейтерса, красных ядер в мышечном тонусе различных групп мышц.
13. Сущность тонических рефлексов ствола мозга: статические (познотонические и выпрямительные) рефлексы и статокинетические рефлексы.
14. Управление вспомогательным аппаратом зрения (движения глаз, зрачковые рефлексы, аккомодационный рефлекс).
15. Иерархический принцип организации двигательной системы, участие и характеристика каждого отдела. Пирамидный и экстрапирамидный пути.
16. Организация двигательных отделов коры больших полушарий их локализация, функции и роль каждого отдела роль в формировании двигательных команд.

17. Строение мозжечка (червь и полушария, кора и ядра, ножки мозжечка). Нейронные контуры мозжечка. Функциональные продольные зоны мозжечка. Роль мозжечка в двигательном контроле.
18. Участие и роль мозжечка в работе двигательной системы. Афферентные и эфферентные пути мозжечка. Последствия поражений мозжечка.
19. Стриопаллидарная система. Анатомические структуры и функциональная организация стриопаллидарной системы. Базальные ядра в регуляции моторной функции. Прямой и не прямой пути связи с корой больших полушарий.
20. Системы коррекции в регуляции двигательных функций. Общие черты и отличия в функционировании мозжечка и базальных ядер.
21. Автономная (вегетативная) нервная система, ее организация, Рефлекторные дуги автономной нервной системы и их отличие от соматической рефлекторной дуги
22. Спинальные, стволые и гипоталамические центры регуляции висцеральных функций.
23. Влияния автономной нервной системы (симпатического и парасимпатического отделов) на иннервируемые органы
24. Внутриорганная нервная система как третий отдел автономной нервной системы на примере энтеральной нервной системы. Функциональный модуль внутриорганной нервной системы.
25. Гипоталамус и его морфофункциональная организация. Представление о внутренней среде организма и гомеостазе. Гипоталамус как главный регулятор гомеостаза.
26. Роль гипоталамуса в управлении эндокринной системой (представление о гипоталамо-гипофизарной системе)

#### 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	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать,	хорошо		71-85

	более широких 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. Бабенко, В. В. Центральная нервная система: анатомия и физиология: Учебник / Бабенко В.В. - Ростов-на-Дону :Южный федеральный университет, 2016. - 214 с.: ISBN 978-5-9275-2031-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/991882> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.

#### **Дополнительная литература**

1. Дубынин, В. А. Мозг и его потребности: от питания до признания : научно-популярное издание / В. А. Дубынин. - Москва : Альпина нон-фикшн, 2021. - 572 с. - ISBN 978-5-00139-270-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1842399> (дата обращения: 06.06.2024)

### **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 MBA
- 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.
- *Obsidian*

## **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: «Нейрофизиология когнитивных процессов».

Цель дисциплины ознакомление магистрантов с современными представлениями о биологических механизмах, лежащих в основе когнитивных процессов.

## 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - основные нерешенные вопросы в нейрофизиологии когнитивных процессов;  Студент должен <b>уметь</b> : - искать, анализировать и систематизировать научную литературу, посвященную нейрофизиологическим исследованиям когнитивных функций человека;  Студент должен <b>владеть</b> : - английским языком на уровне, достаточным для чтения и понимания научных текстов в области когнитивной нейрофизиологии;
<i>ПК-2 Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - основные методы исследования, используемые в нейрофизиологических исследованиях когнитивных функций; - общие физические принципы работы методов исследования когнитивных функций; - основные ограничения существующих методов исследования когнитивных функций.  Студент должен <b>уметь</b> : - анализировать и интерпретировать нейрофизиологические данные.  Студент должен <b>владеть</b> : - методами исследования когнитивных функций: электроэнцефалография, вызванные потенциалы,

		электромиография, кожногальваническая реакция.
--	--	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нейрофизиология когнитивных процессов» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Тема 1. Введение в нейрофизиологию когнитивных процессов.</i>	<i>История развития когнитивной нейронауки. Нейронная доктрина. Исследования П.Брока. Разум «сознательный» и «бессознательный», «возвращение сознания в науку». Современные научные дебаты о соотношении мозга, разума и сознания. Методы нейровизуализации, анализа поведения.</i>

2	<i>Тема 2. Нейробиология развития.</i>	<i>Пренатальное развитие мозга. Постнатальное развитие нервной системы. Региональные различия в развитии мозга. Развитие мозга и когнитивные функции в первый год жизни. Детский и подростковый возраст: динамика и стадии развития мозга. Ранние нарушения развития мозга и пластичности. Нейрофизиологические причины снижения когнитивных функций в позднем возрасте.</i>
3	<i>Тема 3. Филогенез мозга и когнитивных функций.</i>	<i>Теории происхождения нервных клеток. Современные представления о нейроэволюции. Экспрессия генов и нейроэволюция. Эпигенетика и эволюция мозга. Эволюция коры больших полушарий мозга. Коэффициент энцефализации. Нейрофизиология уникальности человека.</i>
4	<i>Тема 4. Нейрофизиология ощущения и восприятия.</i>	<i>Понятие об ощущении и восприятии. Рецепторы. Рецептивные поля. Плотность рецепторов и чувствительность. Нейронные переключатели. Кодирование сигнала и создание образа в сенсорных системах. Функциональная анатомия зрительной системы. Зрительные пути. Обработка зрительной сенсорной информации. Обоняние. Обонятельный эпителий, обонятельная луковица, обонятельные зоны коры. Кодирование запахов: от молекул к восприятию. Слуховая система. Слуховые пути и слуховая кора. Функциональная карта обработки слуховой информации.</i>
5	<i>Тема 5. Нейрофизиология двигательных функций.</i>	<i>Подкорковые центры, вовлеченные в моторный контроль. Двигательные пути. Мозжечок. Базальные ганглии. Двигательная кора. Организация соматосенсорной системы. Субкортикальные двигательные расстройства (болезнь Паркинсона, синдром Туретта, болезнь Хантингтона). Кортикальные двигательные расстройства (синдром «чужой конечности», апраксии).</i>



6	Тема 6. <i>Нейрофизиология внимания.</i>	Дебаты в отношении понятия «внимания». Виды внимания. Структуры мозга, вовлеченные во внимание. Ретикулярная активирующая система. Ядра таламуса, вовлеченные в контроль внимания. Сетевые модели контроля внимания. Нисходящий и восходящий контроль внимания. Межполушарная асимметрия и внимание. Обработка стимулов, находящихся вне фокуса внимания.
7	Тема 7. <i>Нейрофизиологические и нейрохимические механизмы сна.</i>	Механизмы регуляции сна и бодрствования. Механизмы медленного сна. Механизмы REM-сна. Нейронная активность во время сна. Нейроны коры во время цикла сон-бодрствование. Участие орексиновых нейронов в регуляции сна и бодрствования. Сон и нейротрансмиттеры. Современные теории сновидений (психоаналитическая, нейрокогнитивная, трехмерная теория Hobson). Биологические ритмы и сон. Супрахиазмальные ядра – центральный осциллятор организма.
8	Тема 8. <i>Нейрофизиология научения и памяти.</i>	История изучения памяти. Клинические случаи амнезии и гипермнезии в истории изучения памяти (например пациентов Н.М и Шериньева). Виды памяти. Структуры мозга и нейронные сети, лежащие в основе эксплицитной и имплицитной памяти. Консолидация и реконсолидация памяти. Оптогенетические исследования памяти. Структурные основы пластичности мозга. Соотношение памяти и научения. Теории научения. Нерешенные вопросы и перспективные исследования в нейрофизиологии памяти.
9	Тема 9. <i>Эмоции и социальное познание.</i>	Нейроанатомия эмоций. Организующая функция лимбической системы. Лобная кора и регуляция эмоций. Fear-система. Сознательная и несознательная обработка информации, связанной с угрозой. Неосознанный страх. Влияние эмоций на восприятие и внимание. Роль

		<i>эмоций в принятии решений. Нейробиологические основы распознавания эмоций по лицевым экспрессиям. Социальное познание и «theory of mind». Зеркальные нейроны и обнаружение намерения.</i>
10	<i>Тема 10. Мозг и язык.</i>	<i>Происхождение языка. Природа языка: биологические аспекты. Зоны Брока и Вернике. Межполушарная асимметрия и язык. Нейрологический базис письменной речи. Организация мозга у билингов.</i>
11	<i>Тема 11. Натуралистические концепции сознания.</i>	<i>Понятие «сознание». Виды сознания. Нейробиологический базис сознания. Эволюция сознания. Сознание у других видов. Нейрофизиологические методы в исследовании состояний сознания: смерть мозга, вегетативное состояние, кома, минимальное состояние сознания. Теории сознания: сознание, как глобальное рабочее пространство (Б.Баарс), информационная теория (Д.Тонони, Д.Эдельман), биологическая теория. «Разрыв» в объяснении сознания (The explanatory gap).</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 нейрофизиологию когнитивных процессов.
- Тема 2. Нейробиология развития.
- Тема 3. Филогенез мозга и когнитивных функций.
- Тема 4. Нейрофизиология ощущения и восприятия.
- Тема 5. Нейрофизиология двигательных функций.
- Тема 6. Нейрофизиология внимания.
- Тема 7. Нейрофизиологические и нейрохимические механизмы сна.
- Тема 8. Нейрофизиология научения и памяти.
- Тема 9. Эмоции и социальное познание.
- Тема 10. Мозг и язык.
- Тема 11. Натуралистические концепции сознания.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

- Тема 1. Нейробиология развития.
- Тема 2. Нейрофизиология ощущения и восприятия.

Тема 3. Нейрофизиология двигательных функций.

Тема 4. Нейрофизиология внимания.

Тема 5. Нейрофизиология научения и памяти.

Тема 6. Мозг и язык.

Тема 7. Нейрофизиология креативности.

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторной работы
1	Тема 2. Нейрофизиология ощущения и восприятия.	<i>Айтрекинг в когнитивных исследованиях</i>
2	Тема 4. Нейрофизиология внимания.	<i>Тест Струпа</i>
3	Тема 9. Эмоции и социальное познание.	<i>Кожно-гальваническая реакция, Полиграф.</i>

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам. По результатам работы, студент составляет структурированные заметки в программе Obsidian и визуализирует связи между концепциями в виде графов, заметки выкладываются в общий доступ в систему ЛМС БФУ им. И. Канта.*

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 нейрофизиологию когнитивных процессов.	ОПК-3 ОПК-4	Опрос, проверка заметок в программе <i>Obsidian</i>
Тема 2. Нейробиология развития.	ОПК-3 ОПК-4	Опрос, проверка заметок в программе <i>Obsidian</i>
Тема 3. Филогенез мозга и когнитивных функций.	ОПК-3 ОПК-4	Опрос, проверка заметок в программе <i>Obsidian</i>
Тема 4. Нейрофизиология ощущения и восприятия.	ОПК-3 ОПК-4	Опрос, проверка заметок в программе <i>Obsidian</i>

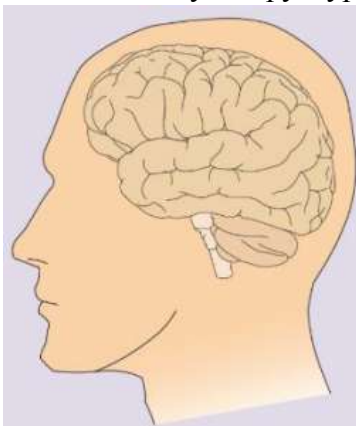
Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 5. Нейрофизиология двигательных функций.	ОПК-3 ОПК-4	Опрос, проверка заметок в программе Obsidian
Тема 6. Нейрофизиология внимания.	ОПК-3 ОПК-4	Опрос, проверка заметок в программе Obsidian
Тема 7. Нейрофизиологические и нейрохимические механизмы сна.	ОПК-3 ОПК-4	Опрос, проверка заметок в программе Obsidian
Тема 8. Нейрофизиология научения и памяти	ОПК-3 ОПК-4	Опрос, проверка заметок в программе Obsidian
Тема 9. Эмоции и социальное познание.	ОПК-3 ОПК-4	Опрос, проверка заметок в программе Obsidian
Тема 10. Мозг и язык.	ОПК-3 ОПК-4	Опрос, проверка заметок в программе Obsidian
Тема 11. Натуралистические концепции сознания.	ОПК-3 ОПК-4	Опрос, проверка заметок в программе Obsidian

## 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 нейрофизиологию когнитивных процессов

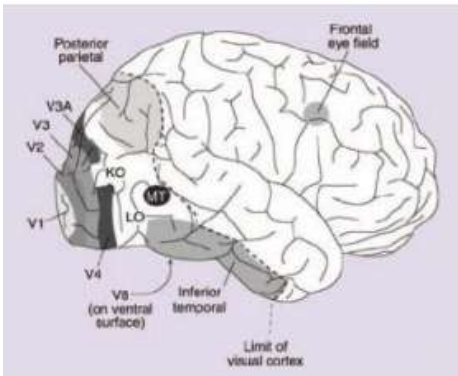
Закрасьте разными цветами и подпишите на рисунке: - основные доли коры больших полушарий (вид слева)

- зону Брока
- зону Вернике
- анатомическую структуру, связывающую эти две зоны



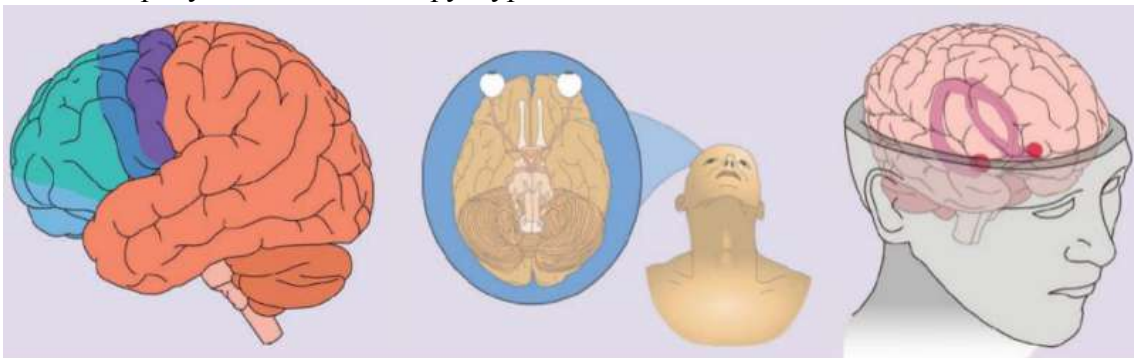
### Тема 4. Нейрофизиология ощущения и восприятия.

Подпишите функции зрительных областей коры, отмеченных на рисунке. Нарисуйте разными цветами дорзальный и вентральный пути. Опишите их функциональные различия.



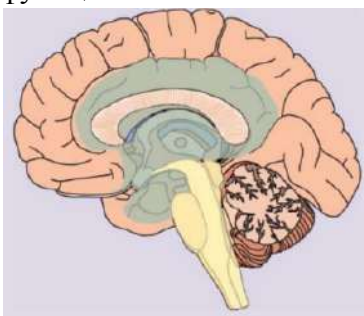
*Тема 6. Нейрофизиология научения и памяти.*

На рисунках отметьте структуры мозга и связанные с ними типы памяти.

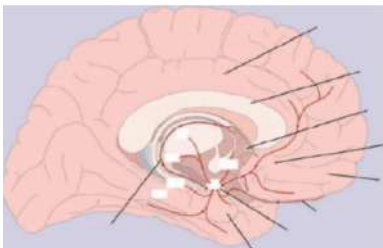


*Тема 9. Эмоции и социальное познание.*

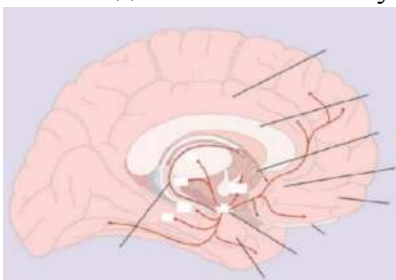
На рисунке отметьте структуры мозга, связанные с эмоциями и опишите их функции



Сделайте соответствующие подписи и отметьте афферентные пути в миндалину.



Сделайте соответствующие подписи и отметьте эфферентные пути миндалины.



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

1. Психофизическая и психофизиологическая проблемы
2. Основные энцефалографические ритмы
3. Пренатальное развитие мозга
4. Миграция нервных клеток в процессе нейрогенеза
5. Развитие мозга и когнитивные функции в первый год жизни.
6. Детский и подростковый возраст: динамика и стадии развития мозга.
7. Нейрофизиологические причины снижения когнитивных функций в позднем возрасте
8. Ранние нарушения развития мозга и пластичности
9. Теории происхождения нервных клеток
10. Современные представления о нейроэволюции
11. Экспрессия генов и нейроэволюция. Эпигенетика и эволюция мозга.
12. Эволюция коры больших полушарий мозга. Коэффициент энцефализации.
13. Рецепторы. Рецептивные поля. Плотность рецепторов и чувствительность.
14. Кодирование сигнала и создание образа в сенсорных системах.
15. Зрительные пути. Обработка зрительной сенсорной информации.
16. Обонятельный эпителий, обонятельная луковица, обонятельные зоны коры.
17. Слуховые пути и слуховая кора. Функциональная карта обработки слуховой информации.
18. Подкорковые центры, вовлеченные в моторный контроль. Двигательные пути. Мозжечок. Базальные ганглии.
19. Двигательная кора. Организация соматосенсорной системы.
20. Субкортикальные двигательные расстройства (болезнь Паркинсона, синдром Туретта, болезнь Хантингтона).
21. Кортикальные двигательные расстройства (синдром «чужой конечности», апраксии.
22. Виды внимания. Структуры мозга, вовлеченные во внимание.
23. Сетевые модели контроля внимания. Нисходящий и восходящий контроль внимания.
24. Межполушарная асимметрия и внимание.
25. Обработка стимулов, находящихся вне фокуса внимания.
26. Механизмы регуляции сна и бодрствования. Механизмы медленного сна. Механизмы REM-сна.
27. Нейронная активность во время сна. Нейроны коры во время цикла сонбодрствование.
28. Современные теории сновидений (психоаналитическая, нейрокогнитивная, трехмерная теория Hobson)
29. Сон и нейротрансмиттеры.
30. История изучения памяти, кривая Эббингауза, эксперименты Мюллера и Пилзекера, Дональда Хебба, К.Дункан, Х. Хидена, Э. Кэндела.
31. Структуры мозга и нейронные сети, лежащие в основе эксплицитной памяти.
32. Структуры мозга и нейронные сети, лежащие в основе имплицитной памяти.
33. Консолидация и реконсолидация памяти.
34. Оптогенетические исследования памяти.
35. Структурные основы пластичности мозга.
36. Инструктивные и селективные теории научения.
37. Нерешенные вопросы и перспективные исследования в нейрофизиологии памяти.
38. Нейроанатомия эмоций. Организующая функция лимбической системы.
39. Лобная кора и регуляция эмоций

40. Fear-система. Сознательная и несознательная обработка информации, связанной с угрозой.
41. Нейробиологические основы распознавания эмоций по лицевым экспрессиям
42. Социальное познание и «theory of mind»
43. Система зеркальных нейронов.
44. Нейрологический базис устной речи. Зоны Брока и Вернике.
45. Межполушарная асимметрия и язык.
46. Нейробиологический базис сознания.
47. Эволюция сознания, концепция Д.Деннета.
48. Теории сознания: сознание, как глобальное рабочее пространство (Б.Баарс), информационная теория (Д.Тонони, Д.Эдельман), биологическая теория.

#### 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 самостоятель	<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



	ности 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. Данилова, Н.Н. Психофизиология : учебник для вузов / Н.Н. Данилова. — Москва : Аспект Пресс, 2012. - 368 с. - ISBN 978-5-7567-0220-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1039500> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
2. Самко, Ю. Н. Психофизиология : учебное пособие / Ю. Н. Самко. — Москва : ИНФРАМ, 2021. — 155 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-011402-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1144431>

#### **Дополнительная литература**

1. Данилова, Н.Н. Психофизиология : учебник для вузов / Н.Н. Данилова. — Москва : Аспект Пресс, 2012. - 368 с. - ISBN 978-5-7567-0220-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1039500>
2. Баарс, Б.Баарс, Б. Мозг, познание, разум. Введение в когнитивные нейронауки : в 2 ч./ Баарс, Б., Н. Гейдж ; ред., пер. В. В. Шульговский. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2014 - 2014. - Вариант загл. Введение в когнитивные нейронауки . - ISBN 978-5-9963-0171-3, Ч. 1. - 552 с.: рис., портр. - (Лучший зарубежный учебник). - ISBN 978-5-9963-1295-5: 1100.00, 1100.00, р. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: ч.з.N1(1)
3. Кандель, Э. В поисках памяти. Возникновение новой науки о человеческой психике/ Эрик Кандель ; пер. с англ. Петра Петрова. - Москва: АСТ; Москва: CORPUS, 2017. - 733, [1] с.: ил.. - (Элементы ). - Вариант загл.: Возникновение новой науки о человеческой психике. - Предм. указ.: с. 699-733. - Загл. также англ.. - ISBN 978-5-17-104268-4: 455.00, 455.00, р. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: ч.з.N1(1)
4. От нейрона к мозгу/ Дж. Г. Николлс, А. Р. Мартин, Б. Дж. Валлас, П. А. Фукс; Пер. с 4-го англ. : под ред. П. М. Балабана и Р. А. Гиниатуллина. - М.: УРСС, 2003. - 671 с.: ил.,2л.ил.. - Библиогр.в конце гл.. - ISBN 5-354-00162-5: 300.00= р. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: всего /all 2: ч.з.N1(1), HA(1)
5. Роуз, С. Устройство памяти. От молекул к сознанию/ С. Роуз; Пер. с англ. Ю. В. Морозова. - Москва: Мир, 1995. - 380 с.: ил.. - Библиогр.: с. 368-377. - 12500 р. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: HA(1)

6. Хегенхан, Б. Теории научения: пер. на рус./ Б. Хегенхан, М. Олсон. - 6-е изд. - М.; СПб.; Нижний Новгород: Питер, 2004. - 473 с. - (Мастера психологии). - ISBN 0-13-016735-5. - ISBN 5-94723-033-X: 192.00= р. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: ч.з.N4(1)

7. Введение в объективную психологию. Нейрональные основы психики: избр. тр./ В. Б. Швырков; под ред. Ю. И. Александрова. - М.: Ин-т психологии РАН, 2006. - 591 с.: ил. - (Выдающиеся ученые Института психологии РАН). - Библиогр.:с. 574-583 . - Список опубл. науч. работ авт.: с. 583-590 . - ISBN 5-9270-0080-0 : 150.00, 150.00, р. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: НА(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 Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.
- *Obsidian*

#### **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: «Введение в биомиметику».

Цель дисциплины: формирование у студентов представлений о биомиметических материалах и их свойствах.

## 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 организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - методы исследования материалов, используемых для биомедицинских приложений;  Студент должен <b>уметь</b> : - обрабатывать и интерпретировать результаты исследования и использовать их для совершенствования технологического процесса изготовления материалов;  Студент должен <b>владеть</b> навыками - сбора информации по получению и исследованию материалов, используемых в биомедицинских приложениях

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Введение в биомиметику» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Тема 1. Клеточная сигнализация</i>	<i>Клеточная коммуникация. Рецепция и трансдукция. Механическая сигнализация в клетке.</i>
2	<i>Тема 2. Клеточная и молекулярная механотрансдукция</i>	<i>Механосенсинг. Этапы клеточного ответа. Фокальная адгезия.</i>
3	<i>Тема 3. Ниши нервной клетки</i>	<i>Нейрогенные ниши. Дифференциация стволовых клеток.</i>
4	<i>Тема 4. Биомимикрия</i>	<i>Основные понятия и определения. История развития биомимикрии. Примеры технологий вдохновленных природой.</i>
5	<i>Тема 5. Бионика и биомиметические материалы</i>	<i>Основные принципы конструирования новых биомиметических материалов. Биоматериалы. Композитные биоматериалы. Наноматериалы для биомедицинских приложений.</i>
6	<i>Тема 6. Микроскопическая робототехника</i>	<i>Приложение биомиметических материалов в робототехнике</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. Клеточная сигнализация*

*Тема 2. Клеточная и молекулярная механотрансдукция*

*Тема 3. Ниши нервной клетки*

*Тема 4. Биомимикрия*

*Тема 5. Бионика и биомиметические материалы*

*Тема 6. Микроскопическая робототехника*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*Тема 1. Клеточная сигнализация*

*Тема 2. Клеточная и молекулярная механотрансдукция*

*Тема 3. Ниши нервной клетки*

*Тема 4. Биомимикрия*

*Тема 5. Бионика и биомиметические материалы*

*Тема 6. Микроскопическая робототехника*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

*Тема 1. Клеточная сигнализация*

*Тема 2. Клеточная и молекулярная механотрансдукция*

*Тема 3. Ниши нервной клетки*

*Тема 4. Биомимикрия*

*Тема 5. Бионика и биомиметические материалы*

*Тема 6. Микроскопическая робототехника*

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. Клеточная сигнализация</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 2. Клеточная и молекулярная механотрансдукция</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 3. Ниши нервной клетки</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 4. Биомимикрия</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 5. Бионика и биомиметические материалы</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 6. Микроскопическая робототехника</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная 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**

*Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:*

- 1. Дайте определение биомимикрии, биомиметика и бионика.*
- 2. В чем различие и сходство понятий биомимикрии, бионики и биомиметика?*
- 3. Приведите примеры использования биомимикрии.*
- 4. Сделайте исторический обзор развития науки биомимикрии.*
- 5. Назовите новые тенденции в современном материаловедении.*
- 6. Что изучает биологическое материаловедение?*
- 7. Дайте классификацию технических материалов по применению.*
- 8. Какие требования предъявляются к биомиметическим и композиционным биоматериалам?*
- 9. Назовите основные принципы построения материалов.*
- 10. Назовите области применения биомиметических и композиционных биоматериалов.*
- 11. Какие способы получения биоматериалов вы знаете?*
- 12. Перспективы применения биомиметических и композиционных биоматериалов.*
- 13. Что такое биоминерализация?*
- 14. Что такое наноматериалы и в чем отличие от традиционных материалов?*
- 15. Назовите области применения наноматериалов.*
- 16. Приведите примеры наноматериалов.*
- 17. Какие способы получения наноматериалов вы знаете?*

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

1. Биомимикрия (биомиметика) – определение, основные понятия.
2. Биомимикрия, биомиметика, бионика – понятия, сходство и различие.
3. Примеры применения биомимикрии.
4. История развития биомимикрии с древнейших времен по настоящее время.
5. Новые тенденции в современном материаловедении
6. Развитие материаловедения и технологии материалов
7. Основные принципы построения материалов.
8. Биополимеры или синтетические полимеры- достоинство и недостатки.
9. Биополимеры – основные строительные блоки.
10. Биоматериалы – тенденции и перспективы развития.
11. Инженерия биоматериалов – наука о биоматериалах.
12. Наноматериалы. Область применения и перспективы.
13. Биомиметические наноматериалы
14. Умные материалы
15. Природные биоматериалы.
16. Жизнеспособность природных биоматериалов.
17. Материалы медицинского назначения.
18. Общие представления о биосовместимых материалах.
19. Основные подходы к созданию биосовместимых материалов.
20. Интеллектуальные и биоматериалы для биоискусственных органов и тканей.
21. Механические свойства биологических тканей.
22. Требования к материалам медико-биологического применения.
23. Свойства живых тканей.
24. Биологическая совместимость.
25. Биосовместимые полимеры.
26. Области применения биосовместимых полимеров и изделий из них.



27. Органические полимерные покрытия.
28. Механические свойства биомиметических материалов.
29. Совместимость материалов с биологическими средами.
30. Биомиметические и композиционные биоматериалы.

#### 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) Витязь, П. А. Наноматериаловедение : учебное пособие / П. А. Витязь, Н. А. Свидунович, Д. В. Куис. - Минск : Вышэйшая школа, 2015. - 511 с. - ISBN 978-985-06-2356-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1009551> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
- 2) Дзидзигури, Э. Л. Процессы получения наночастиц и наноматериалов : нанотехнологии : учебное пособие / Э. Л. Дзидзигури, Е. Н. Сидорова. - Москва : Изд. Дом МИСиС, 2012. - 71 с. - ISBN 978-5-87623-605-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1226587> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература

- 1) С.П.Вихров, Т.А. Холомина, П.И. Бегун, П.Н. Афонин Биомедицинское материаловедение: Учебное пособие для вузов.- 2-е изд., стереотип.- М.: Горячая линия – Телеком, 2017. – 384 с.: ил.

### 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: «Сенсорные системы и прикладные нейротехнологии».

Цель дисциплины формирование у магистров знаний о структуре и функции сенсорных систем.

### 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 организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - основные физикохимические закономерности и молекулярные механизмы рецепторных процессов;  Студент должен <b>уметь</b> : - использовать полученные знания для формулирования и обоснования гипотез, а также постановки экспериментальных задач по изучению молекулярных механизмов рецепторных процессов;  Студент должен <b>владеть</b> : - навыками выбора аппаратного обеспечения эксперимента по исследованию молекулярных механизмов рецепции.
<i>ПК-3 Способен организовывать контроль и техническое сопровождение разработки материалов для выбранных приложений и технологических процессов конкретных производств</i>	<i>ПК-3.1 Организует входной контроль материалов, сырья и оборудования, необходимого для выполнения поставленной задачи. ПК-3.2 Организует проведение и контроль метрологических испытаний предлагаемого технологического решения. ПК-3.3 Организует техническое сопровождение этапов испытания и производства в соответствии с предлагаемым технологическим решением в лабораторных условиях и на производстве.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - основные методы и технологии современных исследований рецепции.  Студент должен <b>уметь</b> : - обобщать и делать выводы по результатам поставленного эксперимента.  Студент должен <b>владеть</b> : - методами математического моделирования рецепторных процессов.

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Сенсорные системы и прикладные нейротехнологии» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Тема 1. Принципы, законы, механизмы и молекулярногенетические основы сенсорной рецепции.</i>	<i>Аллостерические рецепторные белки, кооперативная аллостерия, протеинкиназы и фосфатазы.</i> <i>Особенности устройства рецепторных мембран: жидкокристаллическая структура, белки липиды, подвижность структурных компонентов мембран.</i> <i>Рецепторные белки: семидоменная (7TM) конформация, молекулярная структура, связь с G-белками, десенситизация.</i>

		<p><b>Мембранные сигнальные системы:</b> G-белки, их структура, биохимия коллизионного связывания, разнообразие эффекторов и вторичных мессенджеров.</p> <p><b>Каналы и воротные механизмы:</b> каналы транзиторного рецепторного потенциала, лиганд- и потенциалуправляемые (-зависимые) ионные каналы. Совместно-управляемые ионные каналы (рецепторно-канальные комплексы). Классификация рецепторов по характеристике раздражителя. Понятие адекватного раздражителя. Первично- и вторично-чувствующие рецепторы. Преобразование сигналов в рецепторах. Этапы рецепторного акта. Рецепторный и генераторный потенциалы. Кодирование параметров сенсорных стимулов в рецепторах. Спонтанная активность рецепторов. Адаптация рецепторов. Характеристика рецепторов по скорости адаптации: фазные, тонические, фазнотонические. Влияние внешних и внутренних факторов на адаптационные процессы в рецепторах.</p>
2	Тема 2. Клеточные и молекулярные механизмы световой чувствительности органов зрения.	<p>Бактериородопсин и зрительный родопсин. Структура родопсина. Виды родопсинов и их спектральные свойства. Эволюция опсинов. Фотоизомеризация и выцветание родопсина. Типы фоторецепторных клеток сетчатки. Молекулярный механизм фототрансдукции в цилиарных и микровиллярных фоторецепторах. Разнообразие G-белков, связанных со зрительными опсинами. Механизм световой адаптации фоторецепторов. Регенерация родопсина. Ионные механизмы электрических реакций фоторецепторов.</p>
3	Тема 3. Сравнительная биология органов зрения беспозвоночных животных.	<p>Два главных типа строения глаза: камерный и сложный. Возможное филогенетическое развитие структуры камерного глаза: глазные пятна (eyespots) - уплощенные глаза</p>

		<p>(flat eyes) - глаз-обскура (pinhole eyes) - везикулярные линзовые глаза (vesicular eyes). Эволюция сложного глаза: простые глазки - агрегаты глазков - сложный глаз. Омматидий: строение, оптика, клетки ретикулы, рабдом. Типы сложных глаз: аппозиционные и суперпозиционные глаза, различия в световой чувствительности и остроте, нейрональная суперпозиционный глаз насекомых, глаза с отражательной оптикой у десятиногих раков. Сканирующие глаза: морские улитки, пауки-скакуны, рак-богомол, рачок <i>Squilla</i>. Протисты: глазки, световые антенны, глазки хламидомонад и динофлагеллят. Камерные глаза кубомедуз: строение и оптика. Чашевидные глаза плоских червей: строение и клеточный состав. . Диафрагмальный глаз (камера-обскура) <i>Nautilus</i>: строение, оптика, сетчатка. Глаз с вогнутым зеркалом (<i>Pectenidae</i>, <i>Limidae</i>) : строение, двойная сетчатка, рабдомерные и цилиарные фоторецепторы, каскады фототрансдукции. Камерные глаза брюхоногих моллюсков: строение, оптика, клеточная организация сетчатки, физиология фоторецепторов, молекулярные компоненты фототрансдукции. «Двойной» глаз <i>Achatina fulica</i> и его регенерация. Камерные глаза головоногих моллюсков: структура, оптика, фокусирующий механизм, неинвертированная сетчатка, рабдомерные фоторецепторы, молекулярная биология зрения. Сложный глаз мечехвоста (<i>Limulus</i>): строение, клетки ретикулы, эксцентрические клетки, латеральное торможение. Фототрансдукция в рецепторах мечехвоста. Высокоразвитый сложный глаз двукрылых насекомых (<i>Diptera</i>): аппозиция, нейрональная суперпозиция, цветовое зрение, чувствительность к ультрафиолету, поляризационная чувствительность.</p>
--	--	---

		<i>Молекулярные компоненты фототрансдукции.</i>
4	<i>Тема 4. Глаз и сетчатка позвоночных животных.</i>	<i>Строение глаза позвоночных животных. Химический состав и клеточная структура хрусталика. Зрительные кристаллины. Особенности строения и оптических свойств хрусталика гидробионтов. Клеточная организация сетчатки. Преобразование сигнала в клетках сетчатки: реакции биполярных, амакриновых, горизонтальных и ганглиозных клеток на освещение сетчатки. Латеральное торможение и усиление контраста. Рецептивные поля ганглиозных клеток. Медиаторы сетчатки. Ретинопетальная иннервация. Клеточные и молекулярные основы цветового зрения. Эволюция цветового зрения у позвоночных животных.</i>
5	<i>Тема 5. Механическая чувствительность клеточных мембран.</i>	<i>Механочувствительные каналы (Msc). Основные схемы работы Msc. Два типа механочувствительных каналов E.coli: MscS и MscL. Структура, биофизические свойства и роль MscL как осморецептора. Осморецепторы млекопитающих. Крупноклеточные нейроны гипоталамуса. Нейросекреция вазопрессина и окситоцина. Каналы, инактивируемые растяжением (SI). Петля обратной связи, контролирующая потерю воды или ее удержание в ответ гипер- и гипотоничность внеклеточной жидкости.</i>
6	<i>Тема 6. Механорецепция: равновесие и слух</i>	<i>Структура и функционирование волосковых клеток: стереоцилии и киноцилии, связь между стереоцилиями и киноцилией (tip link), направленность действия, ионные каналы - модель стробирующей пружины, сравнение с сенсорным рецептором MEC C. elegans - адаптация. Белки, участвующие в механотрансдукции волосковых клеток. Каналы боковой линии: невромасты, эхолокация, адаптация каналов к различным водным средам.</i>



		<p><i>Эволюция уха: связь с боковой линией на ранних этапах филогенеза, основные структурные элементы.</i></p> <p><i>Равновесие: структура и функция мембранного лабиринта, макулы саккуллюса и утрикуллюса, отолиты, купулы в ампулах полукружных каналов.</i></p> <p><i>Фонорецепция: Веберов аппарат рыб, амфибии и рептилии (развитие лагены), птицы и млекопитающие (улитка, кортиев орган).</i></p> <p><i>Анатомия и физиология улитки млекопитающих: билиярная мембрана, наружные и внутренние волосковые клетки, молекулярно-генетические основы работы органа слуха, контроль чувствительности, микрофонные потенциалы, механизм залпа и места в различении частот, настройка волосковых клеток, чувствительность к высоким частотам у собак, грызунов, китообразных и летучих мышей, эхолокация летучих мышей (зависимость от условий обитания), независимая эволюция летучих мышей и крыланов, сенсорный мир насекомоядных летучих мышей.</i></p>
7	<p><i>Тема 7. Химическая чувствительность: вкусовая и обонятельная рецепция.</i></p>	<p><b>Вкусовая рецепция.</b> Различия или их отсутствие между вкусом и обонянием. Хемосенсорные сенсиллы насекомых, тарзальные и лабеллярные сенсиллы, форма, электрические сигналы и биофизические свойства вкусовых сенсилл, ультраструктура лабеллярных сенсилл. <i>Drosophila</i>: Gr гены и молекулярная биология вкусовых рецепторов. Вкусовые рецепторные структуры млекопитающих.</p> <p><b>Вкусовые почки:</b> морфология, иннервация, клеточный состав и его обновление, рецепторные клетки и их электрофизиология. 7TM рецепторы: T1R и T2R. Трансдукция сенсорного сигнала, генерализация vs. специализация, молекулярная биология трансдукции химических стимулов, вызывающих ощущение</p>

		<p>горького, соленого, сладкого, глутаматного и воды.</p> <p><b>Обоняние.</b> Важность влажности для мелких животных и гигрорецепция. Обонятельные сенсиллы: одорант-связывающие белки (ОСБ) и феромон-связывающие белки (ФСБ). Обоняние <i>Drosophila</i> и <i>Bombus</i>. Обонятельная рецепция млекопитающих. Обонятельный эпителий и степень его развития в зависимости от образа жизни. Обонятельные связывающие белки. Обонятельные нейросенсорные клетки (ОНК): строение и обонятельные связывающие белки. Обонятельные реснички. Обонятельные рецепторные белки. Молекулярная биология ОНК: обонятельные гены, CNG каналы, биофизические свойства ОНК. Проекция аксонов ОНК в обонятельных луковицах. Клеточная организация обонятельных луковиц. Вомероназальный орган: положение, эпителий, особенности молекулярной биологии, особый филогенез, рецепция феромонов, проекция в добавочную обонятельную луковицу.</p>
8	Тема 8. Прикладные нейротехнологии	<p>Основные достижения и актуальные вопросы нейротехнологий. Области применения нейротехнологий. Правовое и этическое регулирование нейротехнологий в России и мире.</p>
9	Тема 9. Нейрокомпьютерные интерфейсы: нейропротезирование и имплантаты.	<p>Нейрокомпьютерные интерфейсы (интерфейс мозг-компьютер). Типы нейроинтерфейсов: однонаправленные и двунаправленные; инвазивные, малоинвазивные и неинвазивные. Прикладные и биомедицинские приложения нейроинтерфейсов. Нейростимуляция и нейросенсинг.</p>
10	Тема 10. Нейрокомпьютерные технологии: Искусственный интеллект и нейросети.	<p>Компьютерное зрение. Обработка естественного языка; распознавание и синтез речи. Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений. Нейросети.</p>
11	Тема 11. Нейрокогнитивные технологии	<p>Технологии для когнитивной реабилитации.</p>

12	Тема 12. Нейротехнологии в индустрии игр, развлечений и искусстве	Основные тренды с сфере нейротехнологий. Нейроэкономика и нейромаркетинг. Нейротехнологии в индустрии игр и развлечений. Нейроэстетика.
----	---	---

### 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	Темы лекционных занятий
1	Тема 1. Принципы, законы, механизмы и молекулярно-генетические основы сенсорной рецепции.
2	Тема 2. Клеточные и молекулярные механизмы световой чувствительности органов зрения.
3	Тема 3. Сравнительная биология органов зрения беспозвоночных животных.
4	Тема 4. Глаз и сетчатка позвоночных животных.
5	Тема 5. Механическая чувствительность клеточных мембран.
6	Тема 6. Механорецепция: равновесие и слух.
7	Тема 7. Химическая чувствительность: вкусовая и обонятельная рецепция.
8	Тема 8. Прикладные нейротехнологии
9	Тема 9. Нейрокомпьютерные интерфейсы: нейропротезирование и имплантаты.
10	Тема 10. Нейрокомпьютерные технологии: Искусственный интеллект и нейросети.
11	Тема 11. Нейрокогнитивные технологии
12	Тема 12. Нейротехнологии в индустрии игр, развлечений и искусстве

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

№ п/п	Темы практических занятий
1	Тема 1. Принципы, законы, механизмы и молекулярно-генетические основы сенсорной рецепции.
2	Тема 2. Клеточные и молекулярные механизмы световой чувствительности

	органов зрения.
3	Тема 3. Сравнительная биология органов зрения беспозвоночных животных.
4	Тема 4. Глаз и сетчатка позвоночных животных.
5	Тема 5. Механическая чувствительность клеточных мембран.
6	Тема 6. Механорецепция: равновесие и слух.
7	Тема 7. Химическая чувствительность: вкусовая и обонятельная рецепция.
8	Тема 8. Прикладные нейротехнологии
9	Тема 9. Нейрокомпьютерные интерфейсы: нейропротезирование и имплантаты.
10	Тема 10. Нейрокомпьютерные технологии: Искусственный интеллект и нейросети.
11	Тема 11. Нейрокогнитивные технологии
12	Тема 12. Нейротехнологии в индустрии игр, развлечений и искусстве

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ

№ п/п	Тема лабораторной работы
1	<i>Выделение РНК из зрительной системы моллюсков</i>
2	<i>Обратная транскрипция</i>
3	<i>ПЦР, гель-электрофорез</i>

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам. По результатам работы, студент составляет структурированные заметки в программе Obsidian и визуализирует связи между концепциями в виде графов, заметки выкладываются в общий доступ в систему ЛМС БФУ им. И. Канта.*

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. Принципы, законы, механизмы и молекулярно-генетические основы сенсорной рецепции.</i>	<i>ОПК-1 ОПК-4 ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема 2. Клеточные и молекулярные механизмы световой чувствительности органов зрения.</i>	<i>ОПК-1 ОПК-4 ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема 3. Сравнительная биология органов зрения беспозвоночных животных.</i>	<i>ОПК-1 ОПК-4 ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема 4. Глаз и сетчатка позвоночных животных.</i>	<i>ОПК-1 ОПК-4 ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема 5. Механическая чувствительность клеточных мембран.</i>	<i>ОПК-1 ОПК-4 ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема 6. Механорецепция: равновесие и слух.</i>	<i>ОПК-1 ОПК-4 ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема 7. Химическая чувствительность: вкусовая и обонятельная рецепция.</i>	<i>ОПК-1 ОПК-4 ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема 8. Прикладные нейротехнологии</i>	<i>ОПК-1 ОПК-4 ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема 9. Нейрокомпьютерные интерфейсы: нейропротезирование и имплантаты.</i>	<i>ОПК-1 ОПК-4 ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема 10. Нейрокомпьютерные технологии: Искусственный интеллект и нейросети.</i>	<i>ОПК-1 ОПК-4 ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема 11. Нейрокогнитивные технологии</i>	<i>ОПК-1 ОПК-4 ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема 12. Нейротехнологии в индустрии игр, развлечений и искусстве</i>	<i>ОПК-1 ОПК-4 ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</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. Какие основные принципы работы сенсорных систем?
2. Какие типы сенсоров существуют и какие функции они выполняют?

3. Какие технологии используются для захвата и обработки сигналов с сенсоров?
4. Какие прикладные нейротехнологии используются в современном мире?
5. Какие методы обработки данных применяются для улучшения работы сенсорных систем?
6. Какие проблемы могут возникнуть при использовании сенсорных систем и как их можно решить?
7. Какие примеры успешного применения сенсорных систем и нейротехнологий вы можете привести из реальной жизни?
8. Какие тенденции развития сенсорных систем и нейротехнологий можно наблюдать в настоящее время?
9. Какие основные принципы этики следует соблюдать при разработке и использовании сенсорных систем и нейротехнологий?
10. Какие возможности открываются перед областью сенсорных систем и нейротехнологий в будущем?

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

1. Принципы, законы, механизмы и молекулярно-генетические основы сенсорной рецепции.
2. Клеточные и молекулярные механизмы световой чувствительности.
3. Сравнительная биология органов зрения беспозвоночных животных.
4. Глаз и сетчатка позвоночных животных.
5. Экстраокулярная световая чувствительность: молекулярные и ионные механизмы.
6. Механическая чувствительность клеточных мембран.
7. Механическая чувствительность: проприоцепция и механорецепция.
8. Механорецепция: равновесие и слух.
9. Химическая чувствительность: прокарियोты и млекопитающие.
10. Химическая чувствительность: вкусовая и обонятельная рецепция.
11. Ноцицепция и терморецепция.
12. Электро- и магниторецепция.

### 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. Калмин, О. В. Анатомия центральной нервной системы : учеб. пособие / О.В. Калмин, О.А. Калмина. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 113 с. - ISBN 978-5-16-107893-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1033353> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
2. Самко, Ю. Н. Морфология и физиология сенсорных систем и высшей нервной деятельности : учебное пособие / Ю. Н. Самко. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 1 on-line, 158 с. - (Высшее образование). - URL: <https://znanium.com/catalog/document?pid=1863044#bib>. - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-16-009052-8 : Б. ц. - Текст : электронный. Электронный учебник: КО = 1

#### Дополнительная литература



1. Шульговский, В. В. Нейрофизиология [Текст] : учебник / В. В. Шульговский. - Москва : Кнорус, 2016. - 272 с. : ил., табл. - (Бакалавриат). - Предм. указ.: с. 269-272. - ISBN 978-5- 406-04926-6 Имеются экземпляры в отделах: всего 2: ЭБС Кантиана(1), ч.з.Н1(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) 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.
- *Obsidian*

#### **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: «Физиология нейрона и основы биоэлектромагнетизма».

Цель дисциплины: формирование у студентов знаний о молекулярной физиологии нервных клеток и функционировании нейронных сетей.

## 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	<b>Знать:</b> принципы функционирования нейронов и нейронных сетей. <b>Уметь:</b> применять полученные знания для планирования научных исследований и конкретных экспериментов. <b>Владеть:</b> навыками критического анализа научных публикаций в области физиологии нейрона.

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физиология нейрона и основы биоэлектромагнетизма» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Тема 1. Нейроцитология (клеточная организация нервной ткани).</i>	<p><i>Нейроны и межнейронные связи. Форма и размеры нейронов. Различные типы нейронов. Структурные элементы нейронов и их возрастные изменения. Межклеточные соединения с участие нейронов. Межнейронные химические синапсы: число и плотность, строение, корреляция между строением и функцией, функциональные типы синапсов, реципрокные синапсы, синаптические гломерулы. Аутаспсы. Нервно-мышечное соединение. Структурные аспекты синаптической активности. Пластичность структуры синапса. Возрастные изменения структуры синапса. Электротонические и смешанные контакты. Синапсopodobные контакты с участием глиальных клеток. Разнообразие типов межнейронных связей. Нейро-глиальная коммуникация.</i></p>
2	<i>Тема 2. Основные биоэлектрические явления в возбудимых клетках.</i>	<p><i>Мембранный потенциал покоя и его ионный механизм. Ионные каналы, участвующие в создании потенциала покоя. Вклад активного транспорта ионов в мембранный потенциал. Потенциал действия: свойства и ионный механизм. Порог возбуждения и рефрактерность. Динамика ионных проводимостей мембраны во время возбуждения и их количественное описание. Положительная и</i></p>

		<p>отрицательная обратная связь во время изменений проводимости Натриевая и калиевая проводимость как функции мембранного потенциала. Токи ионов калия и натрия и их зависимость от мембранного потенциала: вольт-амперные характеристики. Токи воротного механизма. Активация и инактивация одиночных каналов: молекулярный механизм и кинетические модели. Инактивация натриевого канала и калиевого канала типа А. Роль кальция в возбуждении клетки: ионы кальция и возбудимость, кальциевые потенциалы действия.</p>
3	Тема 3. Нейроны как проводники электричества.	<p>Пассивные электрические свойства возбудимых мембран. Кабельные свойства нервных и мышечных волокон: емкость и сопротивление мембраны, постоянные длины и времени, продольное и входное сопротивление. Влияние диаметра кабеля на его характеристики. Распространение потенциала действия в немиелинизированных и миелинизированных волокнах. Зависимость скорости распространения потенциалов действия от диаметра и электрических характеристик волокон.</p>
4	Тема 4. Структура и свойства ионных каналов.	<p>Свойства ионных каналов: избирательность (селективность), состояния, проводимость открытого состояния, способы активации. Измерение токов одиночных каналов и флуктуаций проводимости мембраны, создаваемых работой каналов. Белковая природа и строение ионных каналов. Потенциал-активируемые и лиганд-активируемые ионные каналы. Классификация ионных каналов по семействам генов. Потенциал-активируемые натриевые, калиевые, кальциевые и хлорные каналы: аминокислотная последовательность и третичная структура.</p>

		<p>Лиганд-активируемые каналы. Никотиновый ацетилхолиновый рецептор (Н-АХР): аминокислотная последовательность, вторичная и третичная структура субъединиц, четвертичная структура функционального рецептора. Субъединичная композиция нейрональных Н-АХР.</p> <p>Суперсемейства лиганд-активируемых каналов: глутаматные, глициновые, серотониновые (5-НТ) и ГАМК (гаммааминомасляная кислота) рецепторы, CNNG (активируемые циклическими нуклеотидами) каналы.</p> <p>Ионная избирательность лиганд-активируемых ионных каналов.</p> <p>Калиевые каналы внутреннего выпрямления.</p>
5	Тема 5. Опосредованный перенос ионов и медиаторов через мембраны.	<p>Натрий-калиевый обменный насос: молекулярное строение и биохимические свойства натрий-калиевой АТФазы, электрогенность насоса, механизм переноса ионов.</p> <p>Кальциевые насосы: АТФазы эндоплазматического и саркоплазматического ретикулумов. АТФазы плазматической мембраны. Молекулярная структура АТФаз.</p> <p>Натрий-кальциевый обменник (NCX): молекулярная структура, транспортные системы натрий-кальциевого обмен, реверсия направления работы.</p> <p>Хлорный транспорт: хлор-бикарбонатный обменник, калий-хлорный ко-транспорт, транспорт хлора внутрь клетки.</p> <p>Транспорт нейромедиаторов: перенос медиаторов в синаптические пузырьки, механизм закачки медиатора в клетку, переносчики нейромедиаторов.</p>
6	Тема 6. Прямая синаптическая передача.	<p>Электрическая синаптическая передача: идентификация и характеристики электрических синапсов.</p> <p>Синаптическая задержка в химических и электрических</p>

		<p>синапсах. Химическая синаптическая передача в нервно-мышечном соединении и вегетативной нервной системе позвоночных. Структура химического синапса.</p> <p>Синаптические потенциалы в нервномышечном соединении позвоночных. Ионотропные рецепторы. Распределение рецепторов к ацетилхолину (АХ). Характеристика ионных токов, вызванных АХ: кинетика, амплитуда и потенциал реверсии. Сравнительный вклад натрия, калия и кальция в потенциал концевой ллвстинки. Проводимость мембраны в покое и амплитуда синаптического потенциала. Кинетика токов через одиночные каналы, активируемые АХ. Прямое синаптическое торможение. Потенциал реверсии тормозных сигналов. Пресинаптическое торможение. Десенситизация ионотропных рецепторов.</p>
7	Тема 7. Механизмы непрямой синаптической передачи.	<p>Метаботропные рецепторы и G-белки: структура и функции. Десенситизация метаботропных рецепторов. Прямая модуляция активности ионных каналов Gбелками.</p> <p>Активация калиевых каналов G-белками. Ингибирование кальциевых каналов, опосредованное G-белками. Активация Gбелками внутриклеточных вторичных посредников.</p> <p><math>\beta</math>-Адренорецепторы активируют кальциевые каналы через G-белки и аденилатциклазу. Регуляция активности кальциевых каналов через другие сигнальные пути. Модуляция активности кальциевых каналов посредством фосфорилирования. Активация фосфолипазы C и A3</p> <p>Сигнализация через NO и CO. Модуляция калиевых и кальциевых каналов метаботропными рецепторами. Кальций в роли внутриклеточного вторичного посредника. Быстрое ингибирование синаптической передачи,</p>

		<i>опосредованное кальцием. Многообразие путей кальциевой сигнализации. Длительное действие медиаторов непрямого действия.</i>
8	<i>Тема 8. Микрофизиология синаптической передачи</i>	<i>Деполаризация нервных окончаний и высвобождение медиатора. Синаптическая задержка. Роль ионов кальция в процессе высвобождения медиатора. Измерение входа ионов кальция в пресинаптическое нервное окончание. Локализация мест входа кальция. Флуктуации амплитуды миниатюрных потенциалов концевой пластинки (мПКП). Квантовое высвобождение медиатора. Спонтанное высвобождение квантов медиатора. Неквантовое высвобождение. Статистический анализ мПКП. Величина квантов в синапсах между нейронами. Количество молекул медиатора в кванте. Количество каналов, активируемых квантом. Изменение размера кванта в нервно-мышечном соединении. Везикулярная гипотеза высвобождения медиатора. Ультраструктура нервного окончания. Экзоцитоз синаптических везикул. Морфологическое свидетельство в пользу экзоцитоза. Круговорот синаптических везикул. Наблюдения за экзоцитозом и эндоцитозом в живых клетках.</i>
9	<i>Тема 9. Клеточная и молекулярная биохимия синаптической передачи.</i>	<i>Нейромедиаторы как посредники. Идентификация нейромедиаторов. Нейромедиаторы как посредники. Синтез медиаторов: ацетилхолина (АХ), дофамина, норадреналина, серотонина (5 НТ), глутамата, гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК), нейропептидов. Кратко- и долговременная регуляция синтеза медиаторов. Хранение медиаторов в синаптических пузырьках. Аксонный транспорт: скорость и направленность, микротрубочки и быстрый транспорт, механизм медленного аксонного транспорта. Высвобождение медиаторов и метаболический круговорот везикул.</i>



		<p>Сортировка везикул в нервном окончании. Консервативные механизмы транспорта синаптических пузырьков. Молекулярный механизм экзоцитоза синаптических пузырьков. Синаптоагмин и зависимость высвобождения медиаторов от кальция. SNARE комплекс. Бактериальные нейротоксины, нарушающие синаптический экзоцитоз. Восстановление компонентов мембран синаптических пузырьков путем эндоцитоза. Локализация рецепторов медиаторов на постсинаптической мембране. Пресинаптические рецепторы. Удаление медиаторов из синаптической щели: гидролиз АХ ацетилхолинэстеразой.</p>
10	Тема 10. Нейромедиаторы в центральной нервной системе.	<p>Картирование распределения медиаторов. Современное прочтение принципа Дейла. ГАМК и глицин: тормозные медиаторы в ЦНС. Рецепторы ГАМК. Модуляция функции ГАМКА рецепторов бензодиазепинами и барбитуратами. Глутаматные рецепторы в ЦНС. Оксид азота как медиатор в ЦНС. Ацетилхолин: базальные ядра переднего мозга. АТФ и аденозин как медиаторы ЦНС. Пептидные медиаторы в ЦНС. Субстанция Р. Опиоидные пептиды. Семейство RFпептидов. Регуляция функций центральной нервной системы биогенными аминами: норадреналин (голубое пятно, locus coeruleus), серотонин (ядра шва, raphe nuclei), гистамин (туберомамиллярное ядро, tuberomammillary nucleus), дофамин (черная субстанция, substantia nigra).</p>
11	Тема 11. Синаптическая пластичность.	<p>Кратковременные изменения синаптической передачи: фасилитация и депрессия выброса медиатора. Роль кальция в фасилитации. Усиление синаптической передачи. Посттетаническая потенция (ПТП).</p>

		<p><i>Долговременные изменения: долговременная потенция (ДВП). Ассоциативная ДВП в пирамидных клетках гиппокампа. Механизмы проявления и индукции ДВП. Молчащие синапсы. Регуляция количества синаптических рецепторов. Пресинаптическая ДВП. Долговременная депрессия (ДВД). ДВД в мозжечке. Проявления и индукция ДВД. Системы вторичных посредников ДВД. Значение изменений синаптической эффективности.</i></p>
12	<i>Тема 12. Биомagnetизм</i>	<p><i>Природа биологических источников магнитного поля. Теорема взаимности для магнитных полей. Уравнения поля для электрических и магнитных измерений. Магнитный дипольный момент объемного источника. Сравнение идеальных отведений для определения электрического и магнитного дипольных моментов объемного источника.</i></p> <p><i>Биполярная система отведений для определения электрического дипольного момента. Биполярная система отведений для определения магнитного дипольного момента. Радиальная и тангенциальная чувствительность систем отведений, определяющих электрический и магнитный дипольные моменты объемного источника.</i></p> <p><i>Чувствительность электрического отведения, Независимость биоэлектрических и биомagnetных полей и измерений. Уравнения для расчета распределения чувствительности основных магнитных отведений. Плотность тока поля биполярного отведения.</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. Нейроцитология (клеточная организация нервной ткани).

- Тема 2. Основные биоэлектрические явления в возбудимых клетках.  
 Тема 3. Нейроны как проводники электричества.  
 Тема 4. Структура и свойства ионных каналов.  
 Тема 5. Опосредованный перенос ионов и медиаторов через мембраны.  
 Тема 6. Прямая синаптическая передача.  
 Тема 7. Механизмы не прямой синаптической передачи.  
 Тема 8. Микрофизиология синаптической передачи.  
 Тема 9. Клеточная и молекулярная биохимия синаптической передачи.  
 Тема 10. Нейромедиаторы в центральной нервной системе.  
 Тема 11. Синаптическая пластичность.  
 Тема 12. Биомagnetизм

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

№ п/п	Темы практических занятий
1	Нейроны как проводники электричества
2	Основные биоэлектрические явления в возбудимых клетках.
3	Структура и свойства ионных каналов.
4	Опосредованный перенос ионов и медиаторов через мембраны.
5	Прямая и не прямая синаптическая передача.
6	Микрофизиология синаптической передачи.
7	Медиаторные системы мозга
8	Синаптическая пластичность

Рекомендуемый перечень тем *лабораторных работ (при наличии)*

№ п/п	Тема лабораторной работы
1	<i>Регистрация мембранных потенциалов покоя и действия нейронов</i>
2	<i>Измерение скоростей проведения потенциалов действия по нервным волокнам.</i>
3	<i>Регистрация синаптических потенциалов.</i>

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам.*

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 контроли-руемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1. Клеточная организация нервной ткани).</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 2. Основные биоэлектрические явления в возбудимых клетках.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 3. Нейроны как проводники электричества.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 4. Структура и свойства ионных каналов.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 5. Опосредованный перенос ионов и медиаторов через мембраны.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 6. Прямая синаптическая передача.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема. 7. Механизмы непрямо́й синаптической передачи</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 8. Микрофизиология синаптической передачи.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 9. Клеточная и молекулярная биохимия синаптической передачи</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 10. Медиаторные системы мозга.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 11. Синаптическая пластичность.</i>	<i>ПК-1</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 нейрон и какова его структура?*
2. *Какие функции выполняют дендриты и аксоны в нейронах?*
3. *Что такое по́койный потенциал и как он формируется?*
4. *Какие механизмы лежат в основе возникновения и передачи нервного импульса?*
5. *Что такое синапс и как происходит передача сигнала через него?*
6. *Какие факторы могут повлиять на скорость проведения нервного импульса?*
7. *Какие методы используются для изучения биоэлектромагнетизма в нейронах?*
8. *Какие роли играют ионы в возникновении потенциалов действия и других электрических сигналов в нейронах?*
9. *Каковы основные законы физиологии нейрона и биоэлектромагнетизма?*

10. Какие практические применения имеют знания по физиологии нейрона и биоэлектромагнетизма в медицине и технологиях?

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

1. Что такое биоэлектромагнетизм и какие явления он описывает?
2. Какие биологические системы в организме чувствительны к электромагнитным полям?
3. Каковы основные характеристики биологических тканей в отношении их взаимодействия с электромагнитными полями?
4. Каковы основные методы измерения биоэлектромагнитных полей в организме?
5. Какие факторы влияют на воздействие электромагнитных полей на человеческий организм?
6. Какие методы защиты от электромагнитных полей существуют и как они работают?
7. Какие приборы используются для диагностики и лечения болезней с использованием биоэлектромагнетизма?
8. Какие последствия могут возникнуть при длительном воздействии электромагнитных полей на организм человека?
9. Каким образом электромагнитные поля могут влиять на работу нервной системы и мышц?
10. Какие практические применения биоэлектромагнетизма существуют в медицине и других областях?
11. Что такое нейрон и какова его основная функция?
12. Опишите структуру нейрона и функции основных его компонентов.
13. Как происходит передача нервного импульса через синаптическую щель?
14. Что такое действенный потенциал и как он возникает?
15. Какие факторы влияют на скорость проведения нервного импульса по нейрону?
16. Что такое нейромедиаторы и какие роли они играют в функционировании нервной системы?
17. Какие методы исследования используются для изучения нейронов и нейрональной активности?
18. Какие патологии могут возникать в нейронах и какие последствия они могут иметь для организма?
19. Каковы основные принципы пластичности нейронов и их роли в обучении и запоминании?
20. Какие факторы могут повлиять на возникновение дегенеративных заболеваний нервной системы?

### 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)
--------	--------------------------------	---	---	---------------------------	--------------------------------------

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 профессional ьной деятельности, нежели по образцу с большой степени самостоятель ности 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
Удовлетвори тельный (достаточны 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. Кундупьян, О. Л. Основы нейробиологии : учебник / О. Л. Кундупьян, А. С. Фомина, М. Ю. Бибов ; Южный федеральный университет ; Донской

- государственный технический университет ; Ростовский государственный медицинский университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2022. - 384 с. - ISBN 978-5-9275-4062-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2039081> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
2. Физиология человека : учебное пособие / Е. В. Евстафьева, С. А. Зинченко, С. Л. Тымченко [и др.]. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 355 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Специалитет). — DOI 10.12737/1085526. - ISBN 978-5-16-016184-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2118169> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.

### **Дополнительная литература**

1. Физиология человека. В 3-х томах. Под ред. Р.Шмидта и Г. Тевса. Пер. с англ. - 3-е изд. - М.: Мир, 2005.
2. Куфлер С. и Николс Дж. От нейрона к мозгу. М. Мир 1979..
3. Шепперд Д. Нейробиология. т. 1,2. М. Мир 1987.
4. Николлс Дж. Г., Мартин А. Р., Б. Валлас Дж., Фукс П. А. От нейрона к мозгу. Издательство: Либроком 2012. 672 с.
5. Каменская М., Каменский А. Основы нейробиологии. М.: Дрофа, 2014. 368 с. ISBN 978-5-358-12071-6.

### **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.
  - *Electrophysiology of the Neuron (open access)*



## **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: «Нейровизуализация».

Цель дисциплины ознакомление студентов с современными методиками визуализации нервных процессов и структур центральной нервной системы.

## 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 организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - фундаментальные основы, современные достижения и проблемы методов нейровизуализации;  Студент должен <b>уметь</b> : - критически оценить дизайн эксперимента с использованием методов нейровизуализации - понимать и применять статистические методы обработки информации в нейровизуализационных исследованиях - анализировать современные научные статьи с результатами нейровизуализационных исследований  Студент должен <b>владеть</b> навыками: - обработки и интерпретации результатов исследования в зависимости от применяемого метода нейровизуализации
<i>ПК-3 Способен организовывать контроль и техническое сопровождение разработки материалов для выбранных приложений и технологических процессов конкретных производств</i>	<i>ПК-3.1 Организует входной контроль материалов, сырья и оборудования, необходимого для выполнения поставленной задачи. ПК-3.2 Организует проведение и контроль метрологических испытаний предлагаемого технологического решения. ПК-3.3 Организует техническое сопровождение этапов испытания и производства в соответствии с предлагаемым технологическим решением в</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - принципы визуализации структур и функционального состояния мозга человека;  Студент должен <b>уметь</b> : - излагать и критически анализировать базовую информацию о методах нейровизуализации; - использовать полученные знания в профессиональной деятельности; Студент должен <b>владеть</b> навыками: - методами ЭЭГ, окулографии, психофизиологическими методиками.

	<i>лабораторных условиях и на производстве.</i>	
--	---	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина ««Нейровизуализация»» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Тема 1. Введение.</i>	<i>Понятие функциональной нейровизуализации. Френологическая "карта мозга" Галля. Цитоархитектонические поля Бродмана. Электрофизиологические методы изучения функций нервной системы. Визуализация функций головного мозга. Проблема интерпретации данных нейровизуализации.</i>

2	<i>Тема 2. Электрофизиологические методы.</i>	<i>Регистрация электрической активности мозга. Электрическая активность мозга. Методика регистрации ЭЭГ. Системы размещения электродов. Основные регистрируемые потенциалы. Вызванные потенциалы, их клиническое значение. МЭГ.</i>
3	<i>Тема 3. Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ).</i>	<i>Магнитно-резонансная томография (МРТ) и функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ). Рентген-лучи и их применение в нейровизуализации. Эффект Доплера и его применение в ангиографии. Применение радиоактивных меток. Технологии применения магнитных полей и радиоволн для визуализации функционального состояния нервной системы.</i>
4	<i>Тема 4. Айттрекинг.</i>	<i>Нейрофизиологическое обоснование возможности применения ЭОГ или ВОГ для оценки функционального состояния головного мозга. Методика обследования. Достоинства и недостатки метода.</i>
5	<i>Тема 5. Инвазивные методы нейровизуализации.</i>	<i>Инвазивные методы нейровизуализации. Основы световой микроскопии. Оптогенетика. Кальциевые сенсоры. Регистрация электри</i>
6	<i>Компьютерная томография и позитронно-эмиссионная томография</i>	<i>Компьютерная томография (КТ). Поколения КТ. Спиральная компьютерная томография. Многослойная компьютерная томография (МСКТ). Преимущества МСКТ. Области применения КТ и МСКТ в исследованиях. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ). Принципы устройства ПЭТ. Ограничения и области применения ПЭТ в исследованиях.</i>

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

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

№ п/п	Темы лекционных занятий
1	Тема 1. Введение.
2	Тема 2. Электрофизиологические методы
3	Тема 3. Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ)
4	Тема 4. Айтрекинг.
5	Тема 5. Инвазивные методы нейровизуализации
6	Тема 6. Компьютерная томография и позитронно-эмиссионная томография

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

№ п/п	Темы практических занятий
1	Тема 1. Введение.
2	Тема 2. Электрофизиологические методы
3	Тема 3. Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ)
4	Тема 4. Айтрекинг.
5	Тема 5. Инвазивные методы нейровизуализации
6	Тема 6. Компьютерная томография и позитронно-эмиссионная томография

Рекомендуемый перечень тем *лабораторных работ (при наличии)*

№ п/п	Тема лабораторной работы
1	Регистрация и анализ ЭЭГ
2	Окулография
3	Регистрация физиологических сигналов с помощью системы LabTutor

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам. По результатам работы, студент составляет структурированные заметки в программе Obsidian и визуализирует связи между концепциями в виде графов, заметки выкладываются в общий доступ в систему ЛМС БФУ им. И. Канта.*

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.</i>	<i>ПК-2 ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема 2. Электрофизиологические методы.</i>	<i>ПК-2 ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема 3. Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ).</i>	<i>ПК-2 ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема 4. Айттрекинг.</i>	<i>ПК-2 ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема 5. Инвазивные методы нейровизуализации.</i>	<i>ПК-2 ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема 6. Компьютерная томография и позитронноэмиссионная томография</i>	<i>ПК-2 ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>

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

Вопрос: Какие физические принципы лежат в основе ЭЭГ?

- 1) эффект Допплера
- 2) электрическая активность нервных клеток
- 3) ядерный магнитный резонанс
- 4) регистрация изменений магнитного поля
- 5) инфракрасное излучение

Вопрос: Какие физические принципы лежат в основе МЭГ?

- 1) эффект Допплера
- 2) электрическая активность нервных клеток
- 3) ядерный магнитный резонанс
- 4) регистрация изменений магнитного поля
- 5) инфракрасное излучение

Вопрос: Какие физические принципы лежат в основе МРТ?

- 1) эффект Допплера
- 2) электрическая активность нервных клеток
- 3) ядерный магнитный резонанс
- 4) регистрация изменений магнитного поля
- 5) инфракрасное излучение

Вопрос: Какие физические принципы лежат в основе УЗДГ?

- 1) эффект Допплера
- 2) электрическая активность нервных клеток
- 3) ядерный магнитный резонанс
- 4) регистрация изменений магнитного поля
- 5) инфракрасное излучение

Вопрос: Какие физические принципы лежат в основе ДОТ?

- 1) эффект Допплера
- 2) электрическая активность нервных клеток
- 3) ядерный магнитный резонанс
- 4) регистрация изменений магнитного поля
- 5) инфракрасное излучение

Вопрос: Вопрос: Кто был автором френологической «карты мозга»?

- 1) Допплер
- 2) Кормак
- 3) Галль
- 4) Ярбус
- 5) Бродман

Вопрос: Кто был автором карты цитоархитектонических полей?

- 1) Допплер
- 2) Кормак
- 3) Галль
- 4) Ярбус
- 5) Бродман

Вопрос: Кто был одним из авторов КТ-технологии?

- 1) Допплер
- 2) Кормак
- 3) Галль
- 4) Ярбус
- 5) Бродман

Вопрос: Работы какого отечественного ученого положили начало развития окулографических исследований?

- 1) Допплер
- 2) Кормак
- 3) Галль
- 4) Ярбус
- 5) Бродман

Вопрос: Работы какого ученого легли в основу метода ультразвуковой диагностики сосудов



головного мозга?

- 1) Допплер
- 2) Кормак
- 3) Галль
- 4) Ярбус
- 5) Бродман

Вопрос: Какой из методов наименее информативен для принятия решений о нарушении струк-тур мозга?

- 1) КТ
- 2) МРТ
- 3) ДОТ
- 4) ЭЭГ

Вопрос: Каковы условия проведения МЭГ?

- 1) Пациент должен принять йодсодержащий препарат
- 2) Должны быть использованы радионуклидные метки
- 3) Нельзя использовать при наличии у пациента кардиостимулятора
- 4) Нет ограничений и специальных условий применения
- 5) Не курить и не употреблять стимулирующие напитки за 2 часа до обследования.

Вопрос: Каковы условия проведения ВОГ?

- 1) Пациент должен принять йодсодержащий препарат
- 2) Должны быть использованы радионуклидные метки
- 3) Нельзя использовать при наличии у пациента кардиостимулятора
- 4) Нет ограничений и специальных условий применения
- 5) Не курить и не употреблять стимулирующие напитки за 2 часа до обследования.

Вопрос: Каковы условия проведения КТ?

- 1) Пациент должен принять йодсодержащий препарат
- 2) Должны быть использованы радионуклидные метки
- 3) Нельзя использовать при наличии у пациента кардиостимулятора
- 4) Нет ограничений и специальных условий применения
- 5) Не курить и не употреблять стимулирующие напитки за 2 часа до обследования.

Вопрос: Каковы условия проведения ПЭТ?

- 1) Пациент должен принять йодсодержащий препарат
- 2) Должны быть использованы радионуклидные метки
- 3) Нельзя использовать при наличии у пациента кардиостимулятора
- 4) Нет ограничений и специальных условий применения
- 5) Не курить и не употреблять стимулирующие напитки за 2 часа до обследования.

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

1. Ранняя диагностика болезни Альцгеймера.
2. Функциональная визуализация при наркомании и лекарственной зависимости.
3. Применение методов визуализации функций мозга при шизофрении,
4. Методы нейровизуализации в исследовании аффективных расстройств
5. Методы нейровизуализации в исследовании расстройств личности,
6. Методы нейровизуализации в исследовании тревожных расстройств.
7. Методы нейровизуализации в исследовании тревожных расстройств.

#### 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	неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55
---------------	----------------------	---------------------	------------	----------

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

### Основная литература

1. Нейрофизиология. Основной курс : учебное пособие / А. А. Лебедев, В. В. Русановский, В. А. Лебедев, П. Д. Шабанов. - Москва : Директ-Медиа, 2019. - 270 с. - ISBN 978-5-4475-9973-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1907302>
2. Векторная психофизиология : от поведения к нейрону : монография / под ред. Е. Н. Соколова, А. М. Черноризова, Ю. П. Зинченко. — Москва : Издательство Московского университета, 2019. - 768 с. - ISBN 978-5-19-011301-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1084342>

### Дополнительная литература

1. Дружинин, В. Н. Экспериментальная психология [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавриата, специалитета и магистратуры/ В. Н. Дружинин. - 2-е изд., доп.. - Москва: Юрайт, 2019. - 1 on-line, 386 с.. - (Авторский учебник). - Библиогр.: с. 352-364.
2. Шульговский, В. В. Нейрофизиология [Текст] : учебник / В. В. Шульговский. - Москва : Кнорус, 2016. - 272 с. : ил., табл. - (Бакалавриат). - Предм. указ.: с. 269-272. - ISBN 978-5-406-04926-6 Имеются экземпляры в отделах: всего 2: ЭБС Кантиана(1), ч.з.N1(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) 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.
- *Obsidian*

## **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 приборостроения и робототехники».

Цель дисциплины: овладение студентами теоретическими и практическими знаниями об основах робототехники.

## 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 организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - существующие методы исследования нервной системы; - средства сбора и обработки данных экспериментов;  Студент должен <b>уметь</b> : - анализировать доступные методы исследования нервной системы на соответствие техническому запросу нейробиологов. - применять методики проведения физических измерений;  Студент должен <b>владеть навыками</b> - анализа применимости тех или иных методов робототехники и смежных областей в конкретной ситуации.

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы приборостроения и робототехники» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Тема 1. Элементы теории функций и функционального анализа</i>	<i>История. Основные термины и определения. Основные вехи развития. Текущая ситуация в мире робототехники. Компоненты робототехники: аппаратное и программное обеспечение, протоколы, математические задачи.</i>
2	<i>Тема 2. Настройка рабочего окружения.</i>	<i>Знакомство с ОС Linux Ubuntu. Установка на компьютер или виртуальную машину. Настройка. Терминал. Основные команды</i>
3	<i>Тема 3. Robot Operating System (ROS)</i>	<i>История появления ROS. Почему ROS - №1 в мире? Установка, настройка. Основные компоненты ROS: узлы, темы, сервисы, вспомогательные программы. TurtleSim</i>
4	<i>Тема 4. Первая программа в ROS на языке Python.</i>	<i>Инструменты программирования в ROS. Язык Python. Особенности разработки собственных узлов ROS.</i>
5	<i>Тема 5. URDF-описание робота.</i>	<i>Формат URDF. Программа для визуализации RViz. Математическое описание робота. Необходимый аппарат линейной алгебры. Создание модели робота в формате URDF. Использование САПР для создания модели. Управление моделью.</i>
6	<i>Тема 6. Симулятор Gazebo.</i>	<i>Знакомство с симулятором Gazebo. Подготовка модели робота в формате URDF для загрузки в симулятор. Управление роботом в</i>

		<i>симуляторе Gazebo и отображение данных с датчиков в RViz</i>
7	<i>Тема 7. Аналитическое и численное решение задач прямой и обратной кинематики.</i>	<i>Задачи прямой и обратной кинематики. Понятие степени свободы. Аналитическое и численное решение</i>
8	<i>Тема 8. Способы разработки интерфейса управления роботом.</i>	<i>Использование встроенных средств ROS и графических библиотек на языке программирования Python в Linux Ubuntu для создания интерфейса взаимодействия с роботом.</i>
9	<i>Тема 9. Аппаратные средства робототехники.</i>	<i>Знакомство с микроконтроллерами, микрокомпьютерами. Взаимодействие микроконтроллеров и компьютеров/микрокомпьютеров через последовательный порт. Исполнительные механизмы, датчики. Необходимые основы электроники</i>
10	<i>Тема 10. Особенности управления реальным роботом-манипулятором.</i>	<i>Управление исполнительными механизмами, получение данных от сенсоров. Визуализация в RViz.</i>
11	<i>Тема 11. Автономный колесный робот</i>	<i>Изучение устройства автономного робота. Энкодеры, лидар, инерциальноизмерительный модуль, микрокомпьютер, электродвигатели. Облака точек. Углы Эйлера, кватернионы. Концепция подбора оборудования для решения задачи навигации.</i>
12	<i>Тема 12. Основы теории управления. ПИД-регулятор.</i>	<i>Основные понятия теории управления. Управление с обратной связью. ПИДрегулятор. Настройка управления скоростью колеса по данным инкрементного энкодера</i>
13	<i>Тема 13. Одометрия.</i>	<i>Расчет положения робота по данным инкрементных энкодеров, инерциальноизмерительного модуля. Фильтры Калмана и Маджвика.</i>
14	<i>Тема 14. Алгоритмы одновременной локализации и картографии (SLAM)</i>	<i>Обзор популярных алгоритмов SLAM. Принципы их работы. Исследование алгоритмов в симуляторе Gazebo. SLAM Toolbox</i>
15	<i>Тема 15. Управление реальным колесным роботом.</i>	<i>Особенности управления колесным роботом. Исследование алгоритмов SLAM в реальной обстановке.</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. Основные понятия робототехники.
- Тема 2. Настройка рабочего окружения.
- Тема 3. Robot Operating System (ROS).
- Тема 4. Первая программа в ROS на языке Python.
- Тема 5. URDF-описание робота.
- Тема 6. Симулятор Gazebo.
- Тема 7. Аналитическое и численное решение задач прямой и обратной кинематики.
- Тема 8. Способы разработки интерфейса управления роботом.
- Тема 9. Аппаратные средства робототехники.
- Тема 10. Особенности управления реальным роботом-манипулятором.
- Тема 11. Автономный колесный робот
- Тема 12. Основы теории управления. ПИД-регулятор.
- Тема 13. Одометрия.
- Тема 14. Алгоритмы одновременной локализации и картографии (SLAM).
- Тема 15. Управление реальным колесным роботом.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

1. Основные понятия робототехники. История. Основные термины и определения. Основные вехи развития. Текущая ситуация в мире робототехники. Компоненты робототехники: аппаратное и программное обеспечение, протоколы, математические задачи.
2. Настройка рабочего окружения. Знакомство с ОС Linux Ubuntu. Установка на компьютер или виртуальную машину. Настройка. Терминал. Основные команды.
3. Robot Operating System (ROS). История появления ROS. Почему ROS - №1 в мире? Установка, настройка. Основные компоненты ROS: узлы, темы, сервисы, вспомогательные программы. TurtleSim.
4. Первая программа в ROS на языке Python. Инструменты программирования в ROS. Язык Python. Особенности разработки собственных узлов ROS.
5. URDF-описание робота. Формат URDF. Программа для визуализации RViz. Математическая модель робота. Необходимый аппарат линейной алгебры. Создание модели робота в формате URDF. Использование САПР для создания модели. Управление моделью.
6. Симулятор Gazebo. Знакомство с симулятором Gazebo. Подготовка модели робота в формате URDF для загрузки в симулятор. Управление роботом в симуляторе Gazebo и отображение данных с датчиков в RViz.
7. Аналитическое и численное решение задач прямой и обратной кинематики. Задачи прямой и обратной кинематики. Понятие степени свободы. Аналитическое и численное решение.
8. Способы разработки интерфейса управления роботом. Использование встроенных средств ROS и графических библиотек на языке программирования Python в Linux Ubuntu для создания интерфейса взаимодействия с роботом.
9. Аппаратные средства робототехники. Знакомство с микроконтроллерами, микрокомпьютерами. Взаимодействие микроконтроллеров и компьютеров/микрокомпьютеров через последовательный порт. Исполнительные механизмы, датчики. Необходимые основы электроники.
10. Особенности управления реальным роботом-манипулятором. Управление исполнительными механизмами, получение данных от сенсоров. Визуализация в RViz.



11. Автономный колесный робот Изучение устройства автономного робота. Энкодеры, лидар, инерциально-измерительный модуль, микрокомпьютер, электродвигатели. Облака точек. Углы Эйлера, кватернионы. Концепция подбора оборудования для решения задачи навигации.

12. Основы теории управления. ПИД-регулятор. Основные понятия теории управления. Управление с обратной связью. ПИД-регулятор. Настройка управления скоростью колеса по данным инкрементного энкодера.

13. Одометрия. Расчет положения робота по данным инкрементных энкодеров, инерциально-измерительного модуля. Фильтры Калмана и Маджвика.

14. Алгоритмы одновременной локализации и картографии (SLAM). Обзор популярных алгоритмов SLAM. Принципы их работы. Исследование алгоритмов в симуляторе Gazebo. SLAM Toolbox.

15. Управление реальным колесным роботом. Особенности управления колесным роботом. Исследование алгоритмов SLAM в реальной обстановке.

#### Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ

№ п/п	Тема лабораторной работы
1	Изучение принципов работы датчиков движения и их применение в робототехнике.
2	Сравнительный анализ различных типов актуаторов и их эффективность в управлении роботами.
3	Проектирование и создание простого манипуляционного робота с использованием микроконтроллера.
4	Анализ принципов работы гибких датчиков и их применение в робототехнике.

#### Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

Тема 1. Основные понятия робототехники.

Тема 2. Настройка рабочего окружения.

Тема 3. Robot Operating System (ROS).

Тема 4. Первая программа в ROS на языке Python.

Тема 5. URDF-описание робота.

Тема 6. Симулятор Gazebo.

Тема 7. Аналитическое и численное решение задач прямой и обратной кинематики.

Тема 8. Способы разработки интерфейса управления роботом.

Тема 9. Аппаратные средства робототехники.

Тема 10. Особенности управления реальным роботом-манипулятором.

Тема 11. Автономный колесный робот

Тема 12. Основы теории управления. ПИД-регулятор.

Тема 13. Одометрия.

Тема 14. Алгоритмы одновременной локализации и картографии (SLAM).

Тема 15. Управление реальным колесным роботом.

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

- Тема 1. Основные понятия робототехники.
- Тема 2. Настройка рабочего окружения.
- Тема 3. Robot Operating System (ROS).
- Тема 4. Первая программа в ROS на языке Python.
- Тема 5. URDF-описание робота.
- Тема 6. Симулятор Gazebo.
- Тема 7. Аналитическое и численное решение задач прямой и обратной кинематики.
- Тема 8. Способы разработки интерфейса управления роботом.
- Тема 9. Аппаратные средства робототехники.
- Тема 10. Особенности управления реальным роботом-манипулятором.
- Тема 11. Автономный колесный робот
- Тема 12. Основы теории управления. ПИД-регулятор.
- Тема 13. Одометрия.
- Тема 14. Алгоритмы одновременной локализации и картографии (SLAM).
- Тема 15. Управление реальным колесным роботом.

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. Основные понятия робототехники.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 2. Настройка рабочего окружения.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 3. Robot Operating System (ROS).</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 4. Первая программа в ROS на языке Python.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 5. URDF-описание робота.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 6. Симулятор Gazebo.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 7. Аналитическое и численное решение задач прямой и обратной кинематики</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 8. Способы разработки интерфейса управления роботом.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 9. Аппаратные средства робототехники</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 10. Особенности управления реальным роботом-манипулятором.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 11. Автономный колесный робот</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 12. Основы теории управления. ПИД-регулятор.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 14. Алгоритмы одновременной локализации и картографии (SLAM).</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 15. Управление реальным колесным роботом.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная 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**

*Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:*

1. Создайте робот-манипулятор с 3мя степенями свободы в формате URDF?
2. Приведите аналитическое решение задач прямой и обратной кинематики для робота-манипулятора с 2мя степенями свободы. Напишите программу.
3. Приведите численное решение задач прямой и обратной кинематики для робота-манипулятора с 3-мя степенями свободы. Напишите программу.
4. Опишите основные типы алгоритмов SLAM, их отличия и область применения.
5. Опишите основные средства создания интерфейса в ROS.
6. Объясните принцип расчета одометрии с использованием инкрементных энкодеров, расположенных на каждом колесе?

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

1. Что такое инкрементный энкодер?
2. Принцип работы лидара.
3. Принцип работы инерциально-измерительного модуля.
4. Для чего используется фильтр Калмана?
5. Дайте определение ПИД-регулятору.
6. В чем отличие ROS и ROS2?
7. Что такое одометрия?
8. Какие датчики используются для расчета одометрии?
9. Сформулируйте задачу прямой кинематики. Предложите варианты ее решения.
10. Сформулируйте задачу обратной кинематики. Предложите варианты ее решения.

11. Что такое SLAM?
12. Какие типы алгоритмов SLAM наиболее популярны?
13. Что такое узел в ROS?
14. Что такое тема в ROS?
15. В чем отличие последовательного порта и виртуального последовательного порта?
16. Что такое UART?
17. Что такое степень свободы?
18. Формат URDF. Основные теги.
19. Комплекс вспомогательных программ rqt.
20. Что такое облако точек?
21. Типы сочленений в URDF.
22. Основные команды терминала в Linux Ubuntu.
23. Организация взаимодействия микроконтроллера и компьютера.
24. Средства создания интерфейса в ROS.
25. Отличие инкрементного и абсолютного энкодера.
26. Принцип управления сервоприводом.
27. Функциональная схема управления электродвигателем с обратной связью.
28. Трудности симуляции робототехнической системы.
29. Отличие микроконтроллера, микрокомпьютера и микропроцессора.

#### 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 грамотно использовать	хорошо		71-85

	учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	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) Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учебник / В. А. Скрыбин, А. Г. Схиртладзе, А. Е. Зверовщиков, А. Н. Машков. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2023. — 320 с. - ISBN 978-5-906818-60-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1903733>
- 2) Иванов, А. А. Основы робототехники : учебное пособие / А.А. Иванов. — 2-е изд., испр. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 223 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/textbook\_58e7460f93d2e6.7688379. - ISBN 978-5-16-018528-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2124918>

#### Дополнительная литература

- 1) Правовое регулирования искусственного интеллекта, роботов и объектов робототехники как условие формирования экономического лидерства в России : монография / Г. Ф. Ручкина, М. В. Демченко, А. В. Попова [и др.] ; под ред. Г.Ф. Ручкиной. - Москва : Прометей, 2021. - 350 с. - ISBN 978-5-00172-197-0.
- 2) Лентин, Д. Изучение робототехники с помощью Python : практическое руководство / Д. Лентин ; пер. с англ. А. В. Корягина. - Москва : ДМК Пресс, 2019. - 250 с. - ISBN 978-5-97060-749-7.
- 3) Рязанов, С. И. Автоматизация производственных процессов в машиностроении. Робототехника, робототехнические комплексы. Практикум : учебное пособие / С. И. Рязанов, Ю. В. Псигин. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 156 с. - ISBN 978-5-9729-1351-0.

4) Топольский, Н. Г. Методы, модели и алгоритмы в системах безопасности : машинное обучение, робототехника, страхование, риски, контроль : монография / Н. Г. Топольский, В. Я. Вилисов ; под ред. д-ра техн. наук, профессора Н. Г. Топольского. - Москва : РИОР, 2021. - 475 с. - DOI: <https://doi.org/10.29039/02072-2>. - ISBN 978-5-369- 02072-2.

5) Лебедев, С. К. Кинематика и динамика электромехатронных систем в робототехнике : учебное пособие / С. К. Лебедев, А. Р. Колганов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 352 с. - ISBN 978-5-9729-0689-5.

#### **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: «Вычислительная нейробиология».

Цель дисциплины: сформировать теоретические представления и практические навыки моделирования процессов нервной системы на различных уровнях организации.

### 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 организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - области применения математического моделирования в нейробиологии.  Студент должен <b>уметь</b> : - использовать специализированное программное обеспечение для моделирования биологических процессов.  Студент должен <b>владеть</b> : - навыками использования методов математического моделирования для решения задач в области нейротехнологий.
<i>ПК-3 Способен организовывать контроль и техническое сопровождение разработки материалов для выбранных приложений и технологических процессов конкретных производств</i>	<i>ПК-3.1 Организует входной контроль материалов, сырья и оборудования, необходимого для выполнения поставленной задачи. ПК-3.2 Организует проведение и контроль метрологических испытаний предлагаемого технологического решения. ПК-3.3 Организует техническое сопровождение этапов испытания и производства в соответствии с предлагаемым технологическим решением в лабораторных условиях и на производстве.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - области применения математического моделирования в нейробиологии.  Студент должен <b>уметь</b> : - использовать специализированное программное обеспечение для моделирования биологических процессов.  Студент должен <b>владеть</b> : - навыками использования методов математического моделирования для решения задач в области нейротехнологий.

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Вычислительная нейробиология» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Тема 1. Введение в вычислительную нейробиологию</i>	<i>Математическое моделирование в нейробиологии. Строение и свойства нейрона. Эксперименты Ходжкина-Хаксли. Базовые ионные каналы. Потенциал Нерста. Динамика и математическое описание <math>Na^+</math> и <math>K^+</math> каналов.</i>
2	<i>Тема 2. Методы исследования и моделирования отдельных каналов</i>	<i>Patch clamp, шум канала и стохастическая модель, канал как белковая молекула, хемо- и потенциалзависимость.</i>
3	<i>Тема 3. Уравнение Ходжкина-Хаксли</i>	<i>Обобщенное уравнение Ходжкина-Хаксли. Расширение модели Ходжкина-Хаксли: устойчивые, не инактивируемые и мгновенные каналы, <math>Ca^{2+}</math> каналы, <math>Na^+</math> каналы</i>
4	<i>Тема 4. Феноменологические модели нейрона</i>	<i>Редукция базового уравнения Ходжкина-Хаксли, модель Фиц-Хью и Нагумо, модель Ижикевича. Модель</i>

		<i>импульсного нейрона и ее модификации.</i>
5	<i>Тема 5. Синапсы и связи между нейронами</i>	<i>Химические и электрические синапсы. Моделирование синапса инжекторами тока. Синаптический рецептор как ионный канал. Медиаторный пул, выброс и обратный захват. Общий подход к моделированию механизмов обучения на уровне единичного синапса.</i>
6	<i>Тема 6. Нейронные сети</i>	<i>Проектирование и построение сетей. Нейросетевые модели памяти и обучения. Основные этапы в истории исследования и применения искусственных нейронных сетей</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 вычислительную нейробиологию*
- Тема 2. Методы исследования и моделирования отдельных каналов*
- Тема 3. Уравнение Ходжкина-Хаксли*
- Тема 4. Феноменологические модели нейрона*
- Тема 5. Синапсы и связи между нейронами*
- Тема 6. Нейронные сети*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

- Тема 1. Введение в вычислительную нейробиологию*
- Тема 2. Методы исследования и моделирования отдельных каналов*
- Тема 3. Уравнение Ходжкина-Хаксли*
- Тема 4. Феноменологические модели нейрона*
- Тема 5. Синапсы и связи между нейронами*
- Тема 6. Нейронные сети*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

- Тема 1. Введение в вычислительную нейробиологию*
- Тема 2. Методы исследования и моделирования отдельных каналов*
- Тема 3. Уравнение Ходжкина-Хаксли*
- Тема 4. Феноменологические модели нейрона*
- Тема 5. Синапсы и связи между нейронами*
- Тема 6. Нейронные сети*

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 вычислительную нейробиологию</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 2. Методы исследования и моделирования отдельных каналов</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 3. Уравнение Ходжкина-Хаксли</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 4. Феноменологические модели нейрона</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 5. Синапсы и связи между нейронами</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 6. Нейронные сети</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>Самостоятельная 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

*Задача: Исследование динамики активации нейронов в нейронной сети*

*Представьте, что у вас есть нейронная сеть с определенным количеством нейронов и связей между ними. Вам необходимо разработать модель, которая будет моделировать активацию нейронов в этой сети в ответ на входные стимулы.*

*1. Сначала определите структуру нейронной сети: количество слоев, количество нейронов в каждом слое, типы функций активации.*

*2. Сгенерируйте входные данные, которые будут подаваться на вход нейронной сети. Можно использовать сигналы различной частоты, амплитуды и формы.*

*3. Реализуйте модель, которая будет учитывать взаимодействие между нейронами в сети. Учитывайте веса связей между нейронами, пороговые значения активации и возможные задержки в передаче сигналов.*

4. Запустите модель на симуляторе и проанализируйте динамику активации нейронов в ответ на входные стимулы. Исследуйте, как распространяются сигналы в сети, какие нейроны активируются сильнее, а какие остаются неактивными.

5. Проведите различные эксперименты, изменяя параметры модели (например, веса связей, функции активации) и входные данные, чтобы изучить влияние этих факторов на активность нейронов в сети.

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

1. Перечислите основные методы исследования отдельных ионных каналов
2. Эксперименты Ходжкина-Хаксли. Обобщенное уравнение Ходжкина-Хаксли
3. Феноменологические модели нейрона: редукция базового уравнения Ходжкина-Хаксли.
4. Феноменологические модели нейрона: Модель ФицХью и Нагумо.
5. Феноменологические модели нейрона: Модель Ижикевича.
6. Феноменологические модели нейрона: Модель импульсного нейрона и ее модификации.

### 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 найденных	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) Trends in Applied Mechanics and Mechatronics : сборник научно-методических статей : в 2 томах. Том 1 / под ред. М. Н. Кирсанова. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 120 с. — (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-011287-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1238968>

#### Дополнительная литература

1) Dayan, P., & Abbott, L. F. (2001). Theoretical Neuroscience: Computational and Mathematical Modeling of Neural Systems. Cambridge, Mass: The MIT Press.  
 2) Michael Schmuker. (2014). param-space-visu: Springer Encyclopedia of Computational Neuroscience Release.

### 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: «Научно-исследовательский семинар по нейронаукам».

Цель дисциплины: формирование у студентов представлений о методологии научноисследовательской деятельности.

### 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 организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	<p>Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Актуальные направления в мировой исследовательской повестке в области нейронаук.</li></ul> <p>Студент должен <b>уметь</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Выделить нерешенные научные проблемы в области нейронаук и нейротехнологий</li><li>- организовать проектную работу в команде для решения самостоятельно поставленной научно-исследовательской задачи.</li></ul> <p>Студент должен <b>владеть</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Методами организации проектной работы в междисциплинарной команде</li><li>- навыками ведения междисциплинарных дискуссий</li></ul>
<i>ПК-3 Способен организовывать контроль и техническое сопровождение разработки материалов для выбранных приложений и технологических процессов конкретных производств</i>	<i>ПК-3.1 Организует входной контроль материалов, сырья и оборудования, необходимого для выполнения поставленной задачи. ПК-3.2 Организует проведение и контроль метрологических испытаний предлагаемого технологического решения. ПК-3.3 Организует техническое сопровождение этапов испытания и производства в соответствии с предлагаемым технологическим решением в лабораторных условиях и на производстве.</i>	<p>Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- философские и методологические основы нейронаук и нейротехнологий</li></ul> <p>Студент должен <b>уметь</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- применять философские концепции для постановки вопросов, связанных с социогуманитарными аспектами нейронаук.</li><li>- искать, анализировать и систематизировать информацию, полученную из различных источников</li></ul> <p>Студент должен <b>владеть</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- навыками работы с большими объемами информации в области своей профессиональной деятельности</li></ul>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Научно-исследовательский семинар по нейронаукам» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Методологические основы научных исследований</i>	<i>Наука в культуре человеческой цивилизации. Понятие «методология», его связь с понятиями «метод» и «методика». Развитие представлений о методологии научного исследования. Понятие «методология» в различных направлениях науки. Цель, объект и предмет исследования. Классификация научных исследований. Фундаментальные и прикладные исследования. Поисковые научные исследования. Научно-исследовательские и опытно</i>

		<p>конструкторские работы. Разработки. Теоретический и эмпирический уровни исследования. Теоретическое уровень исследования: проблема, гипотеза, теория. Понятия, суждения, закономерности, законы, научные положения, учения, идеи, аксиомы, принципы. Научные термины и понятия. Эмпирический уровень исследования: факты и обобщения. Методы научного исследования: всеобщие, общенаучные и специальные. Методология и методика. Всеобщие методы научных исследований: метафизический и диалектический. Общенаучные методы исследования: общелогические, теоретические, эмпирические. Методы общелогического уровня исследований: анализ, синтез, индукция, дедукция, аналогия. Методы теоретического уровня исследований: исторический, аксиоматический, гипотетический, формализация, абстрагирование, идеализация. обобщение, системный анализ. Методы эмпирического уровня исследований: наблюдение, описание, сравнение, счет, измерение, эксперимент, моделирование.</p>
2	<p>Современное состояние биологических исследований и их методология</p>	<p>Биологические науки, их место в системе научного знания. Междисциплинарные связи биологии с другими науками. Специфика современного этапа биологического познания. Проблема биологического исследования. Наблюдение как основа исследования. Описание и систематизация фактов наблюдения. Научная классификация. Сравнительный метод исследования. Способы сравнительного исследования, их преимущества и ограниченности. Роль сравнительного метода в истории биологического познания.</p>

		<p><i>Исторический метод. Особенности и формы исторического исследования. Исторический метод Ч.Дарвина. Теоретико-познавательное значение и сфера применимости исторического метода.</i></p> <p><i>Эксперимент как основа точного исследования. Структура экспериментального метода.</i></p> <p><i>Эксперимент и теория. Эволюция и основные виды биологического эксперимента.</i></p> <p><i>Моделирование в биологии. Понятие моделирования, его типы и функции.</i></p> <p><i>Кибернетические модели биологических систем и процессов.</i></p> <p><i>Пределы познавательных возможностей моделей биологических систем и процессов.</i></p> <p><i>Моделирование и интерпретация.</i></p> <p><i>Логические формы биологического исследования. Процессы индукции и дедукции. Анализ и синтез. Гипотеза.</i></p> <p><i>Аксиоматизация.</i></p> <p><i>Роль практики в биологическом исследовании. Практика как основа, цель и средство научного исследования. Практика и методы биологии. Проблема доказательства.</i></p> <p><i>Критерий истины в биологическом познании.</i></p>
3	<i>Основы проектной деятельности в современной исследовательской работе</i>	<p><i>Анализ проблемы; – постановка цели и задач проекта; – выбор средств ее достижения; – поиск и обработка информации, ее анализ и синтез; – оценка полученных результатов и выводов. Роли в проектных командах.</i></p> <p><i>Научная коммуникация.</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. Методологические основы научных исследований.*

*Тема 2. Современное состояние биологических исследований и их методология.*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*Тема 1. Методологические основы научных исследований.*

*Тема 2. Современное состояние биологических исследований и их методология*

*Тема 3. Основы проектной деятельности в современной исследовательской работе*

Требования к самостоятельной работе студентов

*1. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы по всем темам. По результатам работы, студент составляет структурированные заметки в программе Obsidian и визуализирует связи между концепциями в виде графов, заметки выкладываются в общий доступ в систему ЛМС БФУ им. И. Канта.*

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>Методологические основы научных исследований</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Современное состояние биологических исследований и их методология</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Основы проектной деятельности в современной исследовательской работе</i>	<i>ПК-2, ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</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. Какие структуры мозга отвечают за обработку информации и управление поведением?
2. Какие типы нейронов существуют и как они взаимодействуют друг с другом?
3. Какие процессы происходят в мозге во время обучения и запоминания информации?
4. Какие методы исследования используются для изучения активности мозга?
5. Какие нарушения функций мозга могут возникнуть в результате травмы или болезни?
6. Какие современные технологии позволяют изучать мозг на более глубоком уровне?

7. Какие связи существуют между мозгом и поведением человека?
8. Какие методы реабилитации используются для восстановления функций мозга после травмы или болезни?
9. Какие перспективы развития нейронауки как дисциплины науки можно выделить?
10. Какие этические вопросы возникают при исследовании мозга и его функций?

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

1. Наука в культуре человеческой цивилизации.
2. Классификация научных исследований.
3. Теоретическое уровень исследования: проблема, гипотеза, теория
4. Эмпирический уровень исследования: факты и обобщения.
5. Методы научного исследования: всеобщие, общенаучные и специальные. Методология и методика.
6. Место биологических наук в системе научного знания.
7. Междисциплинарные связи биологии с другими науками.
8. Специфика современного этапа биологического познания.
9. Современные тенденции развития нейробиологии.
10. Современная техника нейробиологического эксперимента.

### 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	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из	хорошо		71-85

	профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	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. Кундупьян, О. Л. Основы нейробиологии : учебник / О. Л. Кундупьян, А. С. Фомина, М. Ю. Бибов ; Южный федеральный университет ; Донской государственный технический университет ; Ростовский государственный медицинский университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2022. - 384 с. - ISBN 978-5-9275-4062-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2039081>

### **Дополнительная литература**

1. Grass C.G. Neuroscience, Early history of / Encyclopedia of Neuroscience Ed. Adelman (Birkhauser, 1987), 843-847.  
[http://www.princeton.edu/~cggross/Hist\\_Neurosci\\_Ency\\_neurosci.pdf](http://www.princeton.edu/~cggross/Hist_Neurosci_Ency_neurosci.pdf)
2. Finger Stanley Origins of Neuroscience: A History of Explorations into Brain Function. OUP USA(New Ed edition),2001; Oxford University Press (Reprint edition), 2001 ISBN-13: 978-0195146943
3. Markram H. Seven challenges for neuroscience. Functional Neurology 2013; 28(3): 145-151.  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3812747/pdf/145-151.pdf>
4. Каменская М., Каменский А. Основы нейробиологии. М.: Дрофа, 2014. 368 с. ISBN 978-5-358-12071-6
5. Николлс Дж. Г., Мартин А. Р., Б. Валлас Дж., Фукс П. А. От нейрона к мозгу. Издательство: Либроком 2012. 672 с. ISBN: 978-5-397-02216-3



## **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.
- *Obsidian*

## **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: «Избранные главы биологии и химии».

Цель дисциплины: овладение обучающимися основными принципами, законами, методами, технологиями биологии и химии для дальнейшего их использования другими дисциплинами естественнонаучного содержания

## 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	<p>Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- фундаментальные процессы клеточного метаболизма и физические особенности протекания этих процессов;</li><li>- виды тканей и их функции;</li><li>- общий принцип строения атомов и молекул, их физические и химические свойства;</li><li>- основные типы химических связей;</li><li>- процессы протекания химических реакций;</li><li>- общие понятия химии и физики твердого тела;</li><li>- общие понятия органической химии</li></ul> <p>Студент должен <b>уметь</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- связывать фундаментальные знания о процессах жизнедеятельности клетки и физических процессов, которые происходят в клетке;</li><li>- объяснять строение атомов и молекул химических веществ с позиции их физических свойств;</li><li>- различать виды химических связей между молекулами;</li><li>- характеризовать химическое равновесие системы;</li><li>- характеризовать базовые понятия химии твердого тела и органической химии.</li></ul> <p>Студент должен <b>владеть</b> навыками</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- проведения химических экспериментов для определения химического состава вещества и описывать их физические и химические свойства.</li></ul>

--	--	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Избранные главы биологии и химии» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Принципы метаболического контроля</i>	<i>Свойства фермента и контроль в клетке. Гомеостаз. Изоферменты и коферменты. Медицинские последствия ферментов.</i>
2	<i>Основы биохимии питания</i>	<i>Функции и потребности в питательных веществах, обзор метаболизма и энергетических стратегий в клетках человека, ключевой цикл для множества ролей: цикл трикарбоновых кислот</i>

3	<i>Дыхательная цепь</i>	<i>Стратегия восстановления энергии, функционирование и контроль транспортной цепи митохондрий электронов, окислительное фосфорилирование.</i>
4	<i>Углеводы в качестве клеточного топлива</i>	<i>Углеводы в качестве клеточного топлива</i>
5	<i>Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт</i>	<i>Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт</i>
6	<i>Аминокислоты.</i>	<i>Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот</i>
7	<i>Гликоген. Запас гликогена в организме</i>	<i>Гликоген. Запас гликогена в организме</i>
8	<i>Кинетика биологических реакций</i>	<i>Основа биологических реакций. Кинетика ферментативных реакций.</i>
9	<i>Структура белка</i>	<i>Образование разных уровней структур белка и протеостазис</i>
10	<i>Взаимосвязь структуры белка и его функций</i>	<i>Контроль функций белков. Основные принципы и механизмы. Фосфорилиция белков. Белковые киназы</i>
11	<i>Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»</i>	<i>Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»</i>
12	<i>Клеточный цикл</i>	<i>Клеточный цикл</i>
13	<i>Клеточная смерть. Апоптоз и некроз</i>	<i>Клеточная смерть. Апоптоз и некроз</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):

*Принципы метаболического контроля*  
*Основы биохимии питания*  
*Дыхательная цепь*  
*Углеводы в качестве клеточного топлива*  
*Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт*  
*Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот*  
*Гликоген. Запас гликогена в организме*  
*Кинетика биологических реакций*  
*Структура белка*  
*Взаимосвязь структуры белка и его функций*  
*Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»*  
*Клеточный цикл*  
*Клеточная смерть. Апоптоз и некроз*

Рекомендуемая тематика практических занятий:

*Тема 1. Принципы метаболического контроля. Свойства фермента и контроль в клетке. Гомеостаз. Изоферменты и коферменты. Медицинские последствия ферментов.*

*Тема 2. Основы биохимии питания: функции и потребности в питательных веществах, обзор метаболизма и энергетических стратегий в клетках человека, ключевой цикл для множества ролей: цикл трикарбоновых кислот.*

*Тема 3. Дыхательная цепь: стратегия восстановления энергии, функционирование и контроль транспортной цепи митохондрий электронов, окислительное фосфорилирование.*

*Тема 4. Углеводы в качестве клеточного топлива .*

*Тема 5. Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт.*

*Тема 6. Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот.*

*Тема 7. Гликоген. Запас гликогена в организме.*

*Тема 8. Кинетика биологических реакций. Основа биологических реакций. Кинетика ферментативных реакций.*

*Тема 9. Структура белка. Образование разных уровней структур белка и протеостазис.*

*Тема 10. Взаимосвязь структуры белка и его функций. Контроль функций белков. Основные принципы и механизмы. Фосфорилиция белков. Белковые киназы.*

*Тема 11. Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»*

*Тема 12. Клеточный цикл.*

*Тема 13. Клеточная смерть. Апоптоз и некроз.*

*Требования к самостоятельной работе студентов*

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

*Принципы метаболического контроля*

*Основы биохимии питания*

*Дыхательная цепь*

*Углеводы в качестве клеточного топлива*

*Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт*

*Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот*

*Гликоген. Запас гликогена в организме*

*Кинетика биологических реакций*

*Структура белка*

*Взаимосвязь структуры белка и его функций*

*Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»*

*Клеточный цикл*

*Клеточная смерть. Апоптоз и некроз*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Принципы метаболического контроля*

*Основы биохимии питания*

*Дыхательная цепь*

*Углеводы в качестве клеточного топлива*

*Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт  
Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный  
ключ аминокислот*

*Гликоген. Запас гликогена в организме*

*Кинетика биологических реакций*

*Структура белка*

*Взаимосвязь структуры белка и его функций*

*Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»*

*Клеточный цикл*

*Клеточная смерть. Апоптоз и некроз*

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>Принципы метаболического контроля</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Основы биохимии питания</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Дыхательная цепь</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Углеводы в качестве клеточного топлива</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Гликоген. Запас гликогена в организме</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Кинетика биологических реакций</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Структура белка</i>	<i>ПК-1</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



*Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:*

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы	Сложность вопроса	Описание
Single Selection	Свойство живых организмов ощущать действие факторов среды и отвечать на них – это:	1. обмен веществ; 2. раздражимость; 3. размножение; 4. рост; 5. движение.	2	1	6
Single Selection	Процесс увеличения массы тела и размеров организма в период его развития называется:	1. обмен веществ; 2. раздражимость; 3. размножение; 4. рост; 5. движение	4	1	7
Single Selection	Процессы поступления питательных веществ в организм и выведение из него продуктов распада называется:	1. обмен веществ; 2. раздражимость; 3. размножение; 4. рост; 5. движение.	1	1	8
Single Selection	Процесс передачи наследственной информации от родителей к потомкам называется:	1. обмен веществ; 2. раздражимость; 3. размножение; 4. рост; 5. движение.	3	1	9
Single Selection	Процесс перемещения организма и его отдельных органов в пространстве или внутриклеточное перемещение это:	1. обмен веществ; 2. раздражимость; 3. размножение; 4. рост; 5. движение.	5	1	10

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

1) Биология как наука, ее достижения, методы исследования, связи с другими науками. Роль биологии в формировании современной естественнонаучной картины мира.

2) Признаки и свойства живого: клеточное строение, особенности химического состава, обмен веществ и превращения энергии, гомеостаз, раздражимость, воспроизведение, развитие.

3) Уровневая организация и эволюция. Основные уровни организации живой природы: клеточный, организменный, популяционно-видовой, биогеоценотический, биосферный.

4) Биологические системы. Общие признаки биологических систем: клеточное строение, особенности химического состава, обмен веществ и превращения энергии, гомеостаз, раздражимость, движение, рост и развитие, воспроизведение, эволюция.

5) Химический состав клетки. Макро- и микроэлементы.

6) Неорганические вещества клетки. Вода, минеральные соли. Особенности строения, функции в клетке и организме.

7) Основные типы органических веществ в клетке. Взаимосвязь строения и функций неорганических и органических веществ (белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, АТФ), входящих в состав клетки. Роль химических веществ в клетке и организме человека.

8) Классификация углеводов, особенности их структуры.

9) Строение и функции моносахаридов.

10) Строение и функции полисахаридов.

11) Особенности строения белков как биологических полимеров. Мономеры белка.

12) Строение первичной и вторичной структуры белка.

13) Строение третичной и четвертичной структуры белка.

14) Функции белков. Ферменты – биологически активные вещества клетки.

15) Особенности структуры и функции липидов. Функции липидов в клетке.

16) Особенности строения нуклеиновых кислот как биологических полимеров. Строение мономеров нуклеиновых кислот.

17) Сходство и различие строения нуклеотидов ДНК и РНК.

18) Строение вторичной структуры ДНК. Понятие о процессе репликации.

19) Строение и функции основных компонентов клетки. Взаимосвязь строения и функций частей и органоидов клетки – основа ее целостности.

20) Строение клетки прокариот.

21) Сходство и различие в строении клетки про- и эукариот.

22) Виды бактерий. Болезнетворные бактерии.

23) Особенности строения клеточной мембраны про- и эукариот.

24) Надмембранные структуры клеток про- и эукариот, их функции.

25) Особенности строения цитоскелета клетки.

26) Особенности строения и функций генетического аппарата клеток про- и эукариот.

27) Строение и функции ядра.

28) Генетический материал ядра – хроматин. Современные представления о гене и геноме.

29) Клеточные органеллы прокариот.

30) Одномембранные органеллы, их строение и функции.

31) Двухмембранные органеллы, их строение и функции.

32) Безмембранные органеллы, их строение и функции.

33) Специализированные органеллы, их строение и функции.

- 34) Основные понятия о клеточных процессах. Рост и развитие. Клеточный цикл.
- 35) Энергетический и пластический обмен, их взаимосвязь.
- 36) Стадии энергетического обмена. Брожение и дыхание.
- 37) Стадии биосинтеза белка. Особенности транскрипции и трансляции. Образование вторичной, третичной и четвертичной структуры белков.
- 38) Ткани многоклеточных организмов. Специализация клеток. Основные виды тканей человека.
- 39) Строение и функции эпителиальной ткани человека.
- 40) Строение и функции соединительной ткани человека.
- 41) Строение и функции мышечной ткани человека.
- 42) Строение и функции нервной ткани 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 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. Васильева, С. В. Биологическая химия : учебник / С. В. Васильева, Л. Ю. Карпенко ; МСХ РФ, СПбГУВМ. - Санкт-Петербург : СПбГУВМ, 2021. - 304 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157118> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
2. Стволинская, Н. С. Цитология: Учебник / Стволинская Н.С. - Москва :МПГУ, 2012. - 238 с.: ISBN 978-5-7042-2354-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/758106> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
3. Поддубных, Л. П. Общая химия : учебное пособие / Л.П. Поддубных. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 178 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-019036-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2083699> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.

### Дополнительная литература

1. Глинка Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб.-практ. пособие/ Н. Л. Глинка ; под ред. А. В. Бабкова, В. А. Попкова. -14-е изд.. -М.: Юрайт, 2014. -1 о=эл. опт. диск (CDROM), 236, [1] с.
2. Зиматкин С. М. Гистология, цитология и эмбриология : учеб. пособие для учреждений высш. образования / С. М. Зиматкин. -2-е изд., испр.. -Минск: Вышэйшая школа, 2013 г=online, 228, [1] с. УЧЛ - Учебное пособие, УЧЛ - Электронный учебник (ККО=1), Электронный сетевой ресурс
3. Нетрусов А. И. Введение в биотехнологию : учеб. для вузов/ А. И. Нетрусов. -Москва: Академия, 2014. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 280, [1] с.: ил.
4. Практикум по общей химии. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : учеб. пособие для вузов/ В. А. Попков [и др.] ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. -4-е изд.. -М.: Юрайт, 20122014. -238, [1], с.: ил
5. Пузаков С. А. Сборник задач и упражнений по общей химии : учеб. пособие для вузов/ С. А. Пузаков, В. А. Попков, А. А. Филиппова. -5-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Юрайт, 2014 г=on-line, 254, [1]: табл.

6. Биологическая химия : учеб. пособие для вузов/ [Ю. Б. Филиппович [и др.] ; под ред. Н. И. Ковалевской. -4-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Академия, 2013. -1 о=эл. опт. диск (CDROM), 314, [1] с.: ил., рис., табл.
7. Верещагина В. А. Цитология : учеб. для вузов/ В. А. Верещагина. -Москва: Академия, 2012. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 172, [1] с.: ил., рис., табл.
8. Глинка Н. Л. Общая химия : учеб. пособие/ Н. Л. Глинка; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. -18-е изд., перераб. и доп.. -М.: Юрайт, 2011. -885, [3] с.: ил., табл.
9. Глинка Н. Л. Общая химия : учеб. для акад. бакалавриата : в 2 т./ Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова Т. 1. -1 г=on-line, 746 с.
10. Грандберг И. И. Органическая химия : учеб. для бакалавров/ И. И. Грандберг, Н. Л. Нам. -8-е изд.. -М.: Юрайт, 2012. -608 с.
11. Ершов Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : учеб. для вузов/ Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд; под ред. Ю. А. Ершова. -10-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Юрайт, 2014 г=on-line, 559, [1]
12. Кудряшева Н. С. Физическая и коллоидная химия : учеб. и практикум для приклад. бакалавриата/ Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева; Сиб. Федер. ун-т. -2-е изд., перераб. и доп.. - Москва:
13. Хаханина Т. И. Неорганическая химия : учеб. пособие для СПО и приклад. бакалавриата/ Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, В. И. Гребенькова; Нац. исслед. ун-т. -Москва: Юрайт, 2015. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 287, [1] с.
14. Щукин Е. Д. Коллоидная химия : учеб. для бакалавров/ Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. -7-е изд., испр. и доп.. -М.: Юрайт, 2013. -443, [1] с.: ил., табл.

#### **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: «Нейродегенерация и нейропластичность».

Цель дисциплины формирование у студентов системных знаний о механизмах нейрогенеза и нейродегенеративных заболеваний. Особое значение будет уделяться развитию навыков планирования эксперимента для решения поставленной задачи.

### 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	<p>Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- современные фундаментальные представления о молекулярных и клеточных механизмах нейрогенеза, нейродегенерации и нейропластичности;</li><li>- основные достижения и актуальные проблемы в области технологий, используемых для реабилитации повреждений нервной системы и поддержания когнитивных функций.</li></ul> <p>Студент должен <b>уметь</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- применять полученные знания в области нейронаук и нейротехнологий для постановки и проведения экспериментальной работы.</li></ul> <p>Студент должен <b>владеть</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- методологией дисциплины, навыками свободно излагать основные понятия дисциплины; навыками научной дискуссии.</li></ul>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нейродегенерация и нейропластичность» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Влияние старения на когнитивные способности и мозг</i>	<i>Возрастные траектории изменения производительности в различных когнитивных тестах с акцентом на память. Структурные и функциональные исследования возрастных изменений головного мозга</i>
2	<i>Когнитивные и нейронные корреляты возрастных нейродегенеративных заболеваний.</i>	<i>Переход от когнитивного и нейронального нормального старения к деменции. Определяющие признаки когнитивных нарушений и изменений головного мозга у пожилых людей, которые еще не соответствуют критериям деменции, таким как умеренные когнитивные нарушения, сосудистые когнитивные нарушения (без деменции) и синдром двигательного когнитивного риска. Характерные изменения при распространенных нейродегенеративных заболеваниях, таких как болезнь Альцгеймера.</i>
3	<i>Модифицируемые факторы и нейропластичность.</i>	<i>Факторы, которые могут ослабить когнитивные и нервные нарушения, связанные с возрастом и старением. Физическая активность, фитнес, питание, VR, их влияние на</i>



		<i>когнитивное здоровье и состояние мозга</i>
4	<i>Основные достижения в области нейрореабилитации</i>	<i>Интерфейсы мозг-компьютер. Роботизированная механотерапия. Транскраниальная магнитная стимуляция. VR-технологии в нейрореабилитации.</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):

<b>№ п/п</b>	<b>Темы практических занятий</b>
1	Влияние старения на когнитивные способности и мозг.
2	Когнитивные и нейронные корреляты возрастных нейродегенеративных заболеваний.
3	Модифицируемые факторы и нейропластичность.
4	Основные достижения в области нейрореабилитации

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

<b>№ п/п</b>	<b>Темы практических занятий</b>
1	Влияние старения на когнитивные способности и мозг.
2	Когнитивные и нейронные корреляты возрастных нейродегенеративных заболеваний.
3	Модифицируемые факторы и нейропластичность.
4	Основные достижения в области нейрореабилитации

Рекомендуемый перечень тем *лабораторных работ*

<b>№ п/п</b>	<b>Тема лабораторной работы</b>
1	Влияние старения на когнитивные способности и мозг
2	Когнитивные и нейронные корреляты возрастных нейродегенеративных заболеваний.
3	Модифицируемые факторы и нейропластичность.

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы по всем темам. По результатам работы, студент составляет структурированные заметки в программе Obsidian и визуализирует связи между концепциями в виде графов, заметки выкладываются в общий доступ в систему ЛМС БФУ им. И. Канта.*

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>Влияние старения на когнитивные способности и мозг.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Когнитивные и нейронные корреляты возрастных нейродегенеративных заболеваний.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Модифицируемые факторы и нейропластичность.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>

### 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.** Самостоятельно найти экспериментальную статью, посвященную влиянию любого фактора среды (питание, упражнения и тп) на когнитивное долголетие и состояние головного мозга. Подготовить выступление на семинаре в формате журнального клуба.

*1. Атрофические процессы головного мозга характеризуются*

- 1) атрофизирующим характером мозгового процесса;**
- 2) корковыми очаговыми расстройствами;**
- 3) пирамидной симптоматикой;
- 4) речевыми нарушениями в виде сенсомоторной афазии;
- 5) формированием тотального слабоумия.

*2. Афато-апракто-агностический синдром наиболее характерен для*

- 1) болезни Альцгеймера;**
- 2) болезни Пика;
- 3) сосудистой деменции.

*3. Болезнь Альцгеймера характеризуется*

- 1) аграфией;**
- 2) апраксией;**

- 3) бредом воздействия;
- 4) грубой патологией памяти и интеллекта;**
- 5) прогрессивным течением.**

*4. В качестве средств лечения болезни Альцгеймера используются*

- 1) антиглутаматергические средства (мемантин);**
- 2) бензодиазепины;
- 3) ноотропные средства (пирацетам);
- 4) холинергические средства (ривастигмин, галантамин).

*5. В умеренной и тяжелой стадиях атрофических процессов трудоспособность больных*

- 1) верно все перечисленное;
- 2) полная;
- 3) стойко утрачена;**
- 4) стойко утрачена с необходимостью постороннего ухода.**

*6. Гены, ответственные за семейные формы БА*

- 1) ген (b-APP);**
- 2) ген пресенилин-1 (PSN-1);**
- 3) ген пресенилин-2 (PSN-2);**
- 4) ген, кодирующий аполипротейн E-4;**
- 5) ген, кодирующий ацетилхолин E-8.

*7. Дифференциально-диагностические различия болезни Альцгеймера с болезнью Пика включают следующее*

- 1) более выражены очаговые расстройства при болезни Пика;**
- 2) наличие пирамидной симптоматики при болезни Альцгеймера;
- 3) при последней нет типичной для сенильной деменции последовательности распада психики;**
- 4) речевые нарушения у пациентов с болезнью Альцгеймера;
- 5) часты дебюты в виде псевдопаралича при болезни Пика**

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

1. Гепатоцеребральная дистрофия. Боковой амиотрофический склероз. Синдром Туретта.
2. Спинно-цереbellарные дегенерации. Паркинсонизм. Болезнь Паркинсона. Деменция с
3. тельцами Леви. Мультисистемная атрофия. Прогрессирующий надъядерный паралич.
4. Кортико-базальная дегенерация. Фармакология антипаркинсонических препаратов.
5. Мышечная дистония. Хорея Гентингтона. Эссенциальный тремор. Болезнь Альцгеймера.
6. Лобно-височная деменция. Факоматозы. Нейрофиброматоз. Туберозный склероз.
7. Гемангиобластоз (синдром Гиппеля-Линдау). Классификация нервно-мышечных
8. заболеваний. Параклинические и генетические методы в диагностике нервно-мышечных
9. заболеваний: электромиография, электронейромиография, биопсия мышц, исследование
10. креатинфосфокиназы в сыворотке крови, составление родословной, ДНК-исследования.

11. Прогрессирующие мышечные дистрофии. Миопатия Дюшена, Беккера, Ландузи-Дежерина.
12. Медико-генетические аспекты. Спинальные амиотрофии. Миастения. Миастенический
13. криз. Холинергический криз. Миотония Томсена и миотоническая дистрофия.
14. Пароксизмальный паралич и миоплегические синдромы.

#### 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. Калмин, О. В. Анатомия центральной нервной системы : учеб. пособие / О.В. Калмин, О.А. Калмина. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 113 с. - ISBN 978-5-16-107893-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1033353> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
2. Самко, Ю. Н. Морфология и физиология сенсорных систем и высшей нервной деятельности : учебное пособие / Ю. Н. Самко. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 1 on-line, 158 с. - (Высшее образование). - URL: <https://znanium.com/catalog/document?pid=1863044#bib>. - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-16-009052-8 : Б. ц. - Текст : электронный. Электронный учебник: КО = 1

#### **Дополнительная литература**

1. Шульговский, В. В. Нейрофизиология [Текст] : учебник / В. В. Шульговский. - Москва : Кнорус, 2016. - 272 с. : ил., табл. - (Бакалавриат). - Предм. указ.: с. 269-272. - ISBN 978-5- 406-04926-6
2. Анатомия центральной нервной системы и органов чувств: учеб. для акад. бакалавриата/ И. В. Гайворонский, Г. И. Ничипорук, А. И. Гайворонский. - Москва: Юрайт, 2019. - 1 on-line, 293 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.
- *Obsidian*

## **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: «Нейрон-глиальные взаимодействия».

Цель дисциплины заключается в изучении взаимодействия между нейронами и глиальными клетками в организме. Эта дисциплина направлена на понимание роли глии в функционировании нервной системы, а также на исследование влияния глии на множество процессов, таких как обучение, память, пластичность и регуляция воспаления. Понимание нейрон-глиальных взаимодействий имеет важное значение для раскрытия механизмов некоторых неврологических заболеваний и разработки новых подходов к их лечению.

## 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - принципы проведения биологических и междисциплинарных исследований.  Студент должен <b>уметь</b> : - применять на практике знания об основных методах, для изучения глиальных клеток <i>in vitro/in vivo</i> ; - разработать дизайн эксперимента, сформировать протокол исследования.  Студент должен <b>владеть</b> : - навыками планирования, организации и самостоятельного проведения научно исследовательских работ. - современным программным обеспечением для конструирования экспериментов и анализа данных

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нейрон-глиальные взаимодействия» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к дисциплинам по выбору.

## 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. Особенности глиальных клеток ЦНС и ПНС.</i>	<i>Особенности глиальных клеток ЦНС и ПНС. Онтогенез глиальных клеток. Нервная трубка. Гипотеза желточного мешка. Клетки нервного гребня. Отличия глиальных клеток от нейронов. Методы исследования глии.</i>
2	<i>Тема № 2. Астроциты.</i>	<i>Астроциты. Основные особенности: морфология и функции. Кальциевые волны. Глимфатическая система мозга. Астроциты in vivo, ex vivo, in vitro.</i>
3	<i>Тема № 3. Олигодендроциты.</i>	<i>Олигодендроциты. Основные особенности: морфология и функции. Олигодендроциты и шванновские клетки. Миелин: состав и функции. Дегенеративные изменения олигодендроглии. Нейро-иммунные взаимодействия.</i>
4	<i>Тема № 4. Микроглиальные клетки.</i>	<i>Микроглиальные клетки. Основные особенности: морфология и функции. Происхождение микроглиальных клеток. Микроглия - антиген-презентирующие клетки в ЦНС. Иммунный синапс. Микроглия и система комплемента. Синаптический прунинг.</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):

№ п/п	Темы практических занятий
1	<i>Тема № 1. Введение. Особенности глиальных клеток ЦНС и ПНС.</i>
2	<i>Тема № 2. Астроциты.</i>
3	<i>Тема № 3. Олигодендроциты.</i>
4	<i>Тема № 4. Микроглиальные клетки.</i>

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

№ п/п	Темы практических занятий
1	<i>Тема № 1. Введение. Особенности глиальных клеток ЦНС и ПНС.</i>
2	<i>Тема № 2. Астроциты.</i>
3	<i>Тема № 3. Олигодендроциты.</i>
4	<i>Тема № 4. Микроглиальные клетки.</i>

Рекомендуемый перечень тем *лабораторных* работ

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	<i>Тема № 1. Введение. Особенности глиальных клеток ЦНС и ПНС.</i>
2	<i>Тема № 2. Астроциты.</i>
3	<i>Тема № 4. Микроглиальные клетки.</i>

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы по всем темам. По результатам работы, студент составляет структурированные заметки в программе Obsidian и визуализирует связи между концепциями в виде графов, заметки выкладываются в общий доступ в систему ЛМС БФУ им. И. Канта.*

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 контроли-руемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема № 1. Введение. Особенности глиальных клеток ЦНС и ПНС.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема № 2. Астроциты.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема № 3. Олигодендроциты</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема № 4. Микроглиальные клетки.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</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. Какой тип глиальных клеток осуществляет синаптический прунинг?	а) микроглия; б) олигодендроциты; в) астроциты.
2. Какой тип глиальных клеток образует миелиновую оболочку в ПНС?	а) шванновские клетки; б) олигодендроциты; в) нейроэпителиальные клетки..
3. Какое заболевание нервной системы характеризуется склеротическими бляшками?	а) рассеянный склероз; б) болезнь Альцгеймера; в) болезнь Хантингтона.
4. Какой тип глиальных клеток осуществляет иммунную функцию в мозге?	а) астроциты; б) микроглия; в) олигодендроциты.
5. Какие рецепторы обеспечивают распознавание липополисахаридов?	а) Toll-like; б) NMDA; в) 5HT.
6. Какой тип глиальных клеток осуществляет буферинг ионов и нейротрансмиттеров?	а) астроциты; б) микроглия; в) олигодендроциты.
7. Какой глиотрансмиттер предположительно выделяется астроцитами в гиппокампе и является ко-трансммиттером глутамата?	а) АТФ; б) D-серин; в) цАМФ.
8. Из каких клеток-предшественников	а) клеток нейроэпителия;

происходят олигодендроциты?	б) клеток нервного гребня; в) сателлитных клеток.
9. Шванновские клетки в отличие от олигодендроцитов..	а) охватывают несколько аксонов; б) охватывают только один аксон каждая; в) не производят миелин.
10. Откуда микроглиальные клетки мигрируют в мозг?	а) из селезенки; б) из костного мозга; в) из кровяных островков желточного мешка

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

1. Особенности глиальных клеток ЦНС и ПНС. Онтогенез глиальных клеток.
2. Нервная трубка. Гипотеза желточного мешка. Клетки нервного гребня. Отличия глиальных клеток от нейронов. Методы исследования глии.
3. Астроциты. Основные особенности: морфология и функции. Кальциевые волны.
4. Глимфатическая система мозга. Астроциты *in vivo*, *ex vivo*, *in vitro*.
5. Олигодендроциты. Олигодендроциты. Основные особенности: морфология и функции.
6. Олигодендроциты и шванновские клетки. Миелин: состав и функции. Дегенеративные изменения олигодендроглии. Нейро-иммунные взаимодействия.
7. Микроглиальные клетки. Основные особенности: морфология и функции. Происхождение микроглиальных клеток.

### 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. Калмин, О. В. Анатомия центральной нервной системы : учеб. пособие / О.В. Калмин, О.А. Калмина. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 113 с. - ISBN 978-5-16-107893-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1033353> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
2. Самко, Ю. Н. Морфология и физиология сенсорных систем и высшей нервной деятельности : учебное пособие / Ю. Н. Самко. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 1 on-line, 158 с. - (Высшее образование). - URL: <https://znanium.com/catalog/document?pid=1863044#bib>. - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-16-009052-8 : Б. ц. - Текст : электронный. Электронный учебник: КО = 1

#### Дополнительная литература

1. Шульговский, В. В. Нейрофизиология [Текст] : учебник / В. В. Шульговский. - Москва : Кнорус, 2016. - 272 с. : ил., табл. - (Бакалавриат). - Предм. указ.: с. 269-272. - ISBN 978-5-406-04926-6

2. Анатомия центральной нервной системы и органов чувств: учеб. для акад. бакалавриата/ И. В. Гайворонский, Г. И. Ничипорук, А. И. Гайворонский. - Москва: Юрайт, 2019. - 1 on-line, 293 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 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.
- *Obsidian*

#### **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: «Нейрофармакология»».

Цель дисциплины: формирование у обучающихся студентов базовых знаний о нейрофармакологии.

## 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 организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.	ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - фундаментальные молекулярные механизмы нейрорхимических процессов - методы флуоресцентной микроскопии для измерения и определения активности отдельных нейромедиаторных путей  Студент должен <b>уметь</b> : - планировать эксперимент; - интерпретировать полученные результаты измерений.  Студент должен <b>владеть</b> : - навыками постановки нейрофармакологических экспериментов в культуре живой ткани
ПК-3 Способен организовывать контроль и техническое сопровождение разработки материалов для выбранных приложений и технологических процессов конкретных производств	ПК-3.1 Организует входной контроль материалов, сырья и оборудования, необходимого для выполнения поставленной задачи. ПК-3.2 Организует проведение и контроль метрологических испытаний предлагаемого технологического решения. ПК-3.3 Организует техническое сопровождение этапов испытания и производства в соответствии с предлагаемым технологическим решением в лабораторных условиях и на производстве.	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - фундаментальные молекулярные механизмы нейрорхимических процессов - методы флуоресцентной микроскопии для измерения и определения активности отдельных нейромедиаторных путей  Студент должен <b>уметь</b> : - планировать эксперимент; - интерпретировать полученные результаты измерений.  Студент должен <b>владеть</b> : - навыками постановки нейрофармакологических экспериментов в культуре живой ткани

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нейрофармакология» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к дисциплинам по выбору.

#### 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	Молекулярная фармакология глутаматного рецептора	Глутаматэргическая система головного мозга. Молекулярные механизмы функционирования глутаматных рецепторов. Подтипы глутаматных рецепторов. NDMA рецептор, AMPA рецептор, каинатный рецептор. Разработка лекарственных препаратов, действующих в отношении глутаматных рецепторов
2	Молекулярная фармакология ГАМКрецептора	ГАМК-эргическая система головного мозга, пути и функции ГАМК-эргической системы. ГАМК-рецептор молекулярная структура. ГАМК-рецептор и

		<i>поведение. ГАМК-рецептор и разработка препаратов для психофармакологии</i>
3	<i>Молекулярная фармакология переносчиков нейро-трансммиттеров</i>	<i>Типы переносчиков нейротрансммиттеров. Структуры и механизмы действия рецепторов обратного захвата нейромедиаторов. Механизм действия переносчиков нейромедиаторов астроцитов и глиальных клеток. Основные механизмы метаболических путей распада нейромедиаторов</i>
4	<i>Молекулярная фармакология ацетилхолинового рецептора</i>	<i>Молекулярные механизмы функционирования ацетилхолинэргических нейронов. Пути и проекции ацетилхолинэргической системы головного мозга. Главные типы рецепторов ацетидлхолина. Разработка терапевтических препаратов, действующих в отношении ацетилхолинэргических нейронов</i>
5	<i>Молекулярная фармакология серотонинового рецептора</i>	<i>Структура рецепторов серотонина, механизмы функционирования сератонинэргического рецептора. Психофармакология серотонинового рецептора. Дизайн препаратов действующих в отношении серотонинэргических нейронов</i>
6	<i>Молекулярная фармакология дофамин-эргической системы</i>	<i>Структура дофаминэргических рецепторов, пути дофаминэргических нейронов. Методы дизайна агонистов и антагонистов рецептора дофамина. Дофаминэргическая система и поведение</i>
7	<i>Молекулярная фармакология орексиновой системы</i>	<i>Орексинэргические нейроны в циклах сна и бодрствования. Механизмы действия рецепторов орексинов. Разработка фармацевтических препаратов против нарколепсии действующих в отношении орексинэргической системы</i>
8	<i>Молекулярная фармакология эндорфинового рецептора</i>	<i>Рецепторы дофамина – молекулярная структура и механизм действия. Дофаминовая система и регуляция поведения. Дофаминэргическая система и ее проекции в структурах</i>

		<i>головного мозга. Дофаминэргическая система как мишень для разработки новых лекарств</i>
9	<i>Молекулярная фармакология голубого пятна</i>	<i>Методы фармакологии для исследования голубого пятна</i>
10	<i>Молекулярная фармакология лимбической системы</i>	<i>Психофармакология лимбической системы. Молекулярные механизмы поведения опосредованные лимбической системы</i>
11	<i>Молекулярная фармакология поведения</i>	<i>Механизмы поведения, опосредованные рецептор-эргическими системами головного мозга</i>
12	<i>Молекулярная фармакология в разработке лекарств против нейродегенеративных заболеваний</i>	<i>Подходы к разработке препаратов действующие в отношении гаммасекретазы, тау-белков и телец Леви</i>
13	<i>Прикладная нейрофармакология</i>	<i>Методы нейрофармакологии в исследования молекулярных механизмов функционирования головного мозга и метаболизма нейронов. Молекулярная фармакология памяти, запоминания, обучения</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):

<b>№ п/п</b>	<b>Темы практических занятий</b>
1	<i>Молекулярная фармакология глутаматного рецептора</i>
2	<i>Молекулярная фармакалогия ГАМК-рецептора</i>
3	<i>Молекулярная фармакология переносчиков нейро-трансммиттеров</i>
4	<i>Молекулярная фармакология ацетилхолинового рецептора</i>
5	<i>Молекулярная фармакология серотонинового рецептора</i>
6	<i>Молекулярная фармакология дофамин-эргической системы</i>
7	<i>Молекулярная фармакология орексиновой системы</i>
8	<i>Молекулярная фармакология эндорфинового рецептора</i>
9	<i>Молекулярная фармакология голубого пятна</i>
10	<i>Молекулярная фармакология лимбической системы</i>
11	<i>Молекулярная фармакология поведения</i>
12	<i>Молекулярная фармакология в разработке лекарств против нейродегенеративных заболеваний</i>
13	<i>Прикладная нейрофармакология</i>

Рекомендуемая тематика практических занятий:

№ п/п	Темы практических занятий
1	<i>Молекулярная фармакология глутаматного рецептора</i>
2	<i>Молекулярная фармакалогия ГАМК-рецептора</i>
3	<i>Молекулярная фармакология переносчиков нейро-трансммиттеров</i>
4	<i>Молекулярная фармакология ацетилхолинового рецептора</i>
5	<i>Молекулярная фармакология серотонинового рецептора</i>
6	<i>Молекулярная фармакология дофамин-эргической системы</i>
7	<i>Молекулярная фармакология орексиновой системы</i>
8	<i>Молекулярная фармакология эндорфинового рецептора</i>

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	<i>Измерение продуктов распада дофамина в исследуемом лабораторном организме крысы (отбор плазмы крови). Методы ВЭЖХ-МС/МС</i>
2	<i>Измерение продуктов распада дофамина в исследуемом лабораторном организме крысы (отбор плазмы крови). Методы ВЭЖХ-МС/МС</i>
3	<i>Определение динамики изменения AMPA рецепторов в головном мозге крыс при обучении. Определение динамики метаболизма AMPA рецепторов методами конфокальной микроскопии при обучении и действии ноотропных препаратов</i>

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы по всем темам. По результатам работы, студент составляет структурированные заметки в программе Obsidian и визуализирует связи между концепциями в виде графов, заметки выкладываются в общий доступ в систему ЛМС БФУ им. И. Канта.*

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>Молекулярная фармакология глутаматного рецептора</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Молекулярная фармакология ГАМК-рецептора</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Молекулярная фармакология переносчиков нейротрансмиттеров</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Молекулярная фармакология ацетилхолинового рецептора</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Молекулярная фармакология серотонинового рецептора</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Молекулярная фармакология дофамин-эргической системы</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Молекулярная фармакология орексиновой системы</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Молекулярная фармакология эндорфинового рецептора</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Молекулярная фармакология голубого пятна</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Молекулярная фармакология лимбической системы</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Молекулярная фармакология поведения</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Молекулярная фармакология в разработке лекарств против нейродегенеративных заболеваний</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Прикладная нейрофармакология</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>

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

*Задача №1. В отделение больницы доставили больного с жалобами на острую боль в животе, понос, рвоту, нарушение зрения, затрудненное дыхание, резкое потоотделение. При осмотре врачом отмечено урежение частоты пульса, сужение зрачков, снижение артериального давления ниже нормы. Больной сообщил, что накануне употреблял в пищу жареные грибы.*

1. Каким веществом, предположительно, произошло отравление?
2. Назовите фармакологическую группу препаратов, вызывающих подобные эффекты.
3. Меры помощи (общие).
4. Фармакологические антагонисты.
5. Использование лекарственных препаратов данной группы в медицине.

*Задача №2. В приемный покой доставлен больной с жалобами на резкое снижение зрения, боль в глазах, мучительную головную боль. При тщательном обследовании выявлено повышение внутриглазного давления. Поставлен диагноз: глаукома.*

Какие лекарственные препараты можно рекомендовать больному в данном случае?

*Задача №3. В приемный покой доставлен больной, который не соблюдал безопасность при работе с инсектицидами. При осмотре: бледность кожных покровов, миоз, потливость, обильное слюноотечение, рвота, боли в животе, угнетение дыхания, сопровождающееся мышечными подергиваниями и судорогами, слабый пульс, снижение артериального давления, психомоторное возбуждение, вскоре сменившееся заторможенностью. Смерть при таком отравлении наступает от паралича дыхательного центра.*

Веществом какой группы вызвано отравление? Что вы можете рекомендовать в качестве противоядия?

*Задача №4. У больного развилась послеоперационная атония кишечника.*

Показано ли ему назначение неостигмина (прозерина), если в анамнезе у больного бронхиальная астма и нарушение атриовентрикулярной проводимости?

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

1. Виды действия лекарственных веществ.
2. Основные пути введения лекарственных веществ в организм (классификация, сравнительная характеристика).
3. Виды транспорта лекарственных веществ через биологические мембраны. Факторы, влияющие на всасывание лекарственных веществ в кишечнике.
4. Рецепторные механизмы действия лекарственных веществ. Понятие о полных и частичных агонистах, антагонистах и агонистах-антагонистах.
5. Основные понятия фармакокинетики: абсорбция, пресистемная элиминация, биодоступность.
6. Основные понятия фармакокинетики: биодоступность, кажущийся объем распределения.
7. Основные понятия фармакокинетики: элиминация, биотрансформация, период полувыведения лекарственных веществ. Основные пути экскреции лекарственных веществ.
8. Понятие о клиренсе лекарственных веществ. Факторы, изменяющие клиренс лекарственных веществ. Общие принципы назначения лекарственных препаратов при почечной и печеночной недостаточности.
9. Взаимодействие лекарственных веществ (химико-фармацевтическое, фармакокинетическое, фармакодинамическое).
10. Эффекты, развивающиеся при повторном применении лекарственных препаратов.
11. Представление о дозах: терапевтическая, насыщающая, поддерживающая, токсическая дозы.
12. Типы, структура и локализация холинорецепторов. Пути передачи сигнала. Мхолиномиметики. Основные эффекты, показания к назначению, побочное действие и применение.
13. M,N- холиномиметики. Препараты прямого и непрямого типа действия. Основные эффекты, показания к назначению, побочное действие и противопоказания к применению. Меры помощи при отравлении ФОС.
14. M- холинблокаторы. Основные эффекты, показания к назначению, побочное действие и противопоказания к применению. Меры помощи при передозировке атропина.
15. Препараты, влияющие на N- холинорецепторы. Ганглиоблокаторы. Основные эффекты, показания к назначению, побочное действие и противопоказания к применению.



16. Препараты, влияющие на N- холинорецепторы. Миорелаксанты. Основные эффекты, показания к назначению, побочное действие и противопоказания к применению.

17. Типы, структура и локализация адренорецепторов. Пути передачи сигнала. α-адреномиметики: основные эффекты, показания к назначению, побочное действие и противопоказания к применению.

18. αβ- адреномиметики: основные эффекты, показания к применению, побочное действие и противопоказания к назначению.

19. β- адреномиметики: основные эффекты, показания к применению, побочное действие и противопоказания к назначению.

20. α- адреноблокаторы: основные эффекты, показания к применению, побочное действие и противопоказания к назначению.

21. β- адреноблокаторы: основные эффекты, показания к применению, побочное действие и противопоказания к назначению.

22. Классификация противоаритмических средств. Блокаторы натриевых каналов: представители группы, особенности действия, показания к применению, побочные эффекты.

23. Противоаритмические средства II, III и IV классов: основные представители, особенности противоаритмического действия, показания к применению, побочные эффекты.

24. Противоаритмические средства, применяемые при брадиаритмиях и блокадах проводящей системы сердца.

25. Принципы медикаментозного лечения недостаточности коронарного кровообращения. Основные группы антиангинальных средств. Нитраты: представители группы, механизм действия, показания к применению, побочные эффекты.

26. Механизмы и особенности антиангинального действия бета-адреноблокаторов и блокаторов медленных кальциевых каналов, показания к применению, побочные эффекты.

27. Блокаторы медленных кальциевых каналов: классификация, основные фармакологические эффекты, показания к применению, побочные эффекты.

28. Основные препараты, применяемые для лекарственной терапии инфаркта миокарда.

29. Гиполипидемические средства: классификация, механизмы действия, побочные эффекты.

30. Мочегонные средства: классификация, сравнительная характеристика, показания к применению, побочные эффекты.

31. Антигипертензивные средства: основные группы и их представители, механизмы антигипертензивного действия, показания к применению, побочные эффекты.

32. Классификация антигипертензивных средств по локализации действия. Препараты центрального действия: механизмы действия, показания к применению, побочные эффекты.

33. Сердечные гликозиды: механизмы кардиотропного действия, фармакологические свойства, сравнительная характеристика препаратов, показания к применению. Симптомы интоксикации сердечными гликозидами и их лечение.

34. Кардиотонические средства негликозидной структуры: основные представители, механизмы кардиотонического действия, показания к применению, побочные эффекты.

35. Принципы лекарственной терапии хронической сердечной недостаточности. Лекарственные средства, уменьшающие нагрузку на миокард: основные группы и их представители, механизмы действия, побочные эффекты.

36. Антикоагулянты: классификация, механизмы действия, сравнительная характеристика антикоагулянтов прямого и непрямого действия, показания к применению, побочные эффекты.

37. Антиагреганты: классификация, показания к применению, побочные эффекты.

38. Средства, влияющие на фибринолиз: классификация, механизмы действия, показания к применению, побочные эффекты.

39. Препараты производные бензодиазепинов: механизм действия, основные фармакологические эффекты. Сходства и различия бензодиазепинов, золпидема и бупирона.

40. Бензодиазепины: показания к применению, побочные эффекты. Специфический антагонист бензодиазепинов.

41. Противосудорожные препараты и механизмы действия. Препараты для купирования эпилептического статуса.

42. Противопаркинсонические препараты: принципы и механизмы действия. Препараты, вызывающие шизофреноподобную симптоматику.

43. Типы опиоидных рецепторов. Классификация опиоидных анальгетиков. Механизм действия трамадола.

44. Основные фармакологические эффекты морфина. Механизм его анальгетического действия.

45. Опиоидные анальгетики: показания к применению, побочные эффекты. Специфические антагонисты опиоидных рецепторов.

46. Типичные антипсихотические препараты. Фармакологические эффекты.

47. Представители атипичных антипсихотических средств. Их основные отличия от типичных антипсихотических средств.

48. Антидепрессанты: классификация, механизмы действия, побочные эффекты.

49. Ингаляционные общие анестетики. Факторы, определяющие скорость индукции анестезии и выхода из нее. Понятие о минимальной альвеолярной концентрации (МАК).

50. Общие анестетики. Особенности закиси азота, галотана, тиопентала-натрия, кетамина.

51. Местные анестетики: классификация, механизм действия, побочные эффекты. Применение при разных видах местной анест

52. Глюкокортикоиды. Механизмы противовоспалительного, иммуносупрессивного и противоаллергического действия. Показания и противопоказания к назначению препаратов.

53. Глюкокортикоиды.

#### 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. Федюкович, Н. И. Фармакология : учебник / Н. И. Федюкович, Э. Д. Рубан. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2020. - 703 с. - (Среднее медицинское образование). - ISBN 978-5-222-35174-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1223284>
2. Фармакология с общей рецептурой : учебное пособие / А. В. Воронков, А. В. Арльт, И. Н. Дьякова [и др.] ; под. ред. А. В. Воронкова. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2022. - 302 с. - (Среднее медицинское образование). - ISBN 978-5-222-35196-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2148892>

## Дополнительная литература

1. Основы молекулярной биологии клетки: пер. с англ./ Б. Альбертс [и др.] ; под ред.: С. М. Глаголевой, Д. В. Ребриковой. - 2-е изд., испр.. - Москва: Лаб. знаний, 2018. - 768 с.: цв. ил., рис., табл., фот.. - Алф. указ.: с. 751-756.
2. Жариков, А. Ю. Фармакология и фармакология фитопрепаратов : учебно-методическое пособие / А. Ю. Жариков, В. М. Брюханов, Я. Ф. Зверев. — Барнаул : АГМУ, 2017. — 212 с. — ISBN 978-5-9505-0207-1.
3. Общая фармакология: учебно-методическое пособие / А. А. Алиев, З. М. Джамбулатов, Б. М. Гаджиев, Н. М. Джамалудинов. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2020. — 94 с. — Текст : электронный
4. Частная фармакология : учебно-методическое пособие / А. А. Алиев, З. М. Джамбулатов, Б. М. Гаджиев, Н. М. Джамалудинов. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2020. — 105 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.
- *Obsidian*

### **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: «Философские вопросы нейронаук».

Цель дисциплины углубленное рассмотрение этических и философских проблем в области биомедицины и путей их решения.

## 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-3 Способен организовывать контроль и техническое сопровождение разработки материалов для выбранных приложений и технологических процессов конкретных производств</i>	<i>ПК-3.1 Организует входной контроль материалов, сырья и оборудования, необходимого для выполнения поставленной задачи. ПК-3.2 Организует проведение и контроль метрологических испытаний предлагаемого технологического решения. ПК-3.3 Организует техническое сопровождение этапов испытания и производства в соответствии с предлагаемым технологическим решением в лабораторных условиях и на производстве.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - новые технологии в сфере профессиональной деятельности с использованием живых объектов;  Студент должен <b>уметь</b> : - искать, анализировать и систематизировать информацию в сфере профессиональной деятельности;  Студент должен <b>владеть</b> : - навыками гуманного обращения с живыми объектами в медикобиологических исследованиях.

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Философские вопросы нейронаук» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к дисциплинам по выбору.

## 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. Биоэтика как мировоззрение. Принципы биоэтики, ее философские и правовые основы.</i>	<i>Факторы и причины возникновения биоэтики. Философские и правовые основы биоэтики. Универсальные принципы, моральные нормы и ценности биоэтики. Междисциплинарный характер биоэтики. Биоэтика как мировоззрение</i>
2	<i>Тема 2. Этические, социальные, юридические и другие аспекты биомедицинских экспериментов.</i>	<i>Этические, социальные, юридические и др. аспекты экспериментирования. Морально-философские основания ответственности исследователя за последствия экспериментов. Права личности при проведении экспериментов. Особенности проведения исследований на особо уязвимых группах испытуемых. Комитеты по биоэтике.</i>
3	<i>Тема № 3. Философские и методологические основания когнитивной нейронауки.</i>	<i>Познание как проблема междисциплинарных исследований. Возможности моделирования познания и проблема познающего субъекта. Определение познания и система познавательных процессов. Науки о познании как науки о памяти: от Платона к нейронным сетям. Роль и место метафор в организации исследований познания в когнитивной науке. Базовые составляющие когнитивной науки (экспериментальная психология познания, компьютерные науки и искусственный интеллект, философия сознания, лингвистика,</i>

		нейронаука, когнитивная антропология) и примеры научных задач, решаемых в этих областях. Прикладное значение когнитивной науки.
4	Тема 4. Горизонты нейронауки	Искусственный интеллект: возможности и ограничения. Критерий Тьюринга. Инженерия знаний. Экспертные системы и системы поддержки принятия решения. Моделирование принятия решений в экономике и проблема человеческой рациональности. Основные направления робототехники: проблемы моделирования построения движения, ориентировки в пространстве и обучения мобильных роботов. Взаимодействие человека с компьютером: основные подходы и методы исследования. Когнитивная эргономика и когнитивный дизайн. Проблема телесности в современной когнитивной науке и новая теория метафоры. Горизонты когнитивной науки: социальная нейронаука и «культурная биология».

## 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. Биоэтика как мировоззрение. Принципы биоэтики, ее философские и правовые основы.*

*Тема 2. Этические, социальные, юридические и другие аспекты биомедицинских экспериментов.*

*Тема 3. Философские и методологические основания когнитивной науки.*

*Тема 4. Горизонты нейронауки*

Рекомендуемая тематика практических занятий:

*Тема 1. Биоэтика как мировоззрение. Принципы биоэтики, ее философские и правовые основы.*

*Тема 2. Этические, социальные, юридические и другие аспекты биомедицинских экспериментов.*

*Тема 3. Философские и методологические основания когнитивной науки.*

*Тема 4. Горизонты нейронауки*



## Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы по всем темам. По результатам работы, студент составляет структурированные заметки в программе Obsidian и визуализирует связи между концепциями в виде графов, заметки выкладываются в общий доступ в систему ЛМС БФУ им. И. Канта.*

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. Биоэтика как мировоззрение. Принципы биоэтики, ее философские и правовые основы.</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема 2. Этические, социальные, юридические и другие аспекты биомедицинских экспериментов.</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема 3. Философские и методологические основания когнитивной науки.</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</i>
<i>Тема 4. Горизонты нейронауки</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Опрос, проверка заметок в программе Obsidian</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. Как нейронаука влияет на наше понимание свободы воли? Существует ли свобода воли с точки зрения нейронауки?

2. Какова роль нейронауки в развитии искусственного интеллекта? Какие философские вопросы возникают в связи с этим?

3. Как нейронаука влияет на наше представление о сознании? Существует ли объяснение феномена сознания с помощью нейронауки?
4. Какие этические вопросы возникают в контексте использования нейронауки в медицине и технологиях? Какие философские аспекты стоит учитывать?
5. Какие последствия для нашего понимания человеческой природы имеют открытия в области нейронауки? Какие философские дилеммы возникают при объяснении человеческого поведения с точки зрения нейронауки?
6. Какова роль нейронауки в понимании эмоций и их происхождения? Какие философские вопросы возникают при рассмотрении эмоций через призму нейронауки?

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

1. Проблема сознания в современной отечественной и зарубежной когнитивной психологии: сравнительный анализ
2. Проблемы междисциплинарного взаимодействия в исследованиях познания
3. Проблема эволюции познания в современной когнитивной науке
4. Вклад сравнительной психологии в современные представления о механизмах познания
5. Основные составляющие когнитивной науки. Отдельные науки о познании и взаимосвязи между ними.
6. Метафоры в научном познании. Основные метафоры познания в когнитивной науке.
7. Рождение когнитивной науки. «Когнитивная революция» 1956 года и предшествовавшее ей состояние наук о познании.
8. Развитие когнитивной науки после 1956 года: основные этапы и подходы.
9. Искусственный интеллект: зарождение области и основные направления разработок.
10. Символьный подход к познанию и компьютерная метафора в исследованиях познания. Проблема моделирования мышления человека.
11. Модульный подход к сознанию: умеренный и радикальный варианты. Факты, поддерживающие концепцию модульности психики и противоречащие ей.
12. Модульный подход к познанию и метод «двойных диссоциаций»: примеры исследований.
13. Нейросетевой подход к познанию. Основные понятия и положения. Формальный нейрон Маккаллоха-Питтса и правило Хебба.
14. Первый этап развития нейросетевого подхода: перцептрон Розенблата и критика его возможностей.
15. Модели параллельно-распределенной переработки информации (PDP): новый подход к исследованию познавательного развития и организации памяти человека.
16. Прихофизическая проблема в современной когнитивной науке. Основные философские и нейрофизиологические подходы к рассмотрению отношений между познанием и работой мозга.

### **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. Данильян, О. Г. Философия : учебник / О.Г. Данильян, В.М. Тараненко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 432 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005473-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2130079> – Режим доступа: по подписке.
2. Яскевич, Я. С Основы биоэтики / Я. С. Яскевич, С. Д. Денисов, Б. Г. Юдин. - Минск : Вышэйшая школа, 2009. - 351 с. - ISBN 978-985-06-1610-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/505855> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.

### **Дополнительная литература**

1. Введение в биоэтику: учеб. пособие/ А. Я. Иванюшкин, В. Н. Игнатъев, Р. В. Коротких [и др.]. - Москва: Прогресс-Традиция, 1998. - 381, [3] с. - Библиогр.: с. 381 (22 назв.). - ISBN 5-89826-006-4: 37.00=; 59.20, 30.00, 59.20, р.
2. Философия / под редакцией А. Н. Чумакова. — 3-е изд. — Москва : Проспект, 2021. — 558 с. — ISBN 978-5-392-32875-8.
3. Канке, В. А. Философия. Исторический и систематический курс : учебник для вузов. изд. 6-е, перераб. и доп. / В. А. Канке. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Логос, 2020. — 444 с. — ISBN 978-5-89704-853-5. — Текст : электронный

## **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.
- *Obsidian*

## **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: «Базовые принципы нейронаук».

Цель дисциплины: сформировать представления о современных исследованиях мозга на разном уровне его организации: от молекулярно-генетического до уровня целого мозга и поведения.

- Междисциплинарность нейронауки: примеры исследований, требующих участия биологов/физиков/социологов/психологов/философов.

- Синтез фактов о структуре и функции нервной системы, полученных на разных уровнях ее организации для объяснения сложных когнитивных функций (на примере консолидации памяти, стрессовой реакции, некоторых психических расстройств).

## 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</i> Способен разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.	<i>ПК-1.1</i> Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. <i>ПК-1.2</i> Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. <i>ПК-1.3</i> Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.	<b>Знать:</b> - основные физические принципы работы современных методов исследования нервной системы на разных уровнях ее организации; <b>Уметь:</b> - анализировать информацию со всех уровней организации мозга при описании актуального состояния изученности конкретных вопросов в области нейронаук <b>Владеть:</b> - базовыми навыками критического мышления: способен интерпретировать графики, планировать эксперимент и обсуждать научную проблему в условиях междисциплинарного взаимодействия.
<i>ПК-3</i> Способен организовывать контроль и техническое сопровождение разработки материалов для выбранных приложений и технологических процессов конкретных производств	<i>ПК-3.1</i> Организует входной контроль материалов, сырья и оборудования, необходимого для выполнения поставленной задачи. <i>ПК-3.2</i> Организует проведение и контроль метрологических испытаний предлагаемого технологического решения. <i>ПК-3.3</i> Организует техническое сопровождение этапов испытания и производства в соответствии с предлагаемым	<b>Знать:</b> - базовые процессы в синаптической передаче; - принципы взаимодействия нейронов в функциональных нейронных сетях; - основные идеи интегративной нейронауки; - базовые представления о нейроэтологии; <b>Уметь:</b> - осуществлять поиск релевантной научной информации в области нейронаук и нейротехнологий;

	<p><i>технологическим решением в лабораторных условиях и на производстве.</i></p>	<p>- анализировать информацию со всех уровней организации мозга при описании актуального состояния изученности конкретных вопросов в области нейронаук и нейротехнологий;</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>- навыками работы с современными компьютерными и сетевыми технологиями для поиска, систематизации и обработки информации в области нейронаук и нейротехнологий.</p>
--	---	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Базовые принципы нейронаук» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к дисциплинам по выбору.

### 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>Введение в предмет</i>	<i>Обзор курса, основные требования к работе в рамках семинаров и лабораторных занятий. Уровни организации нервной системы: молекулярно-генетический, клеточный, нервные сети, структуры мозга и их связи, цельный мозг и поведение. Особенности и основные методы изучения нервной системы на разных уровнях организации. Основные идеи об эволюции нервной системы: общий план строения vs разнообразие; шкала «от простого к сложному» vs филогенетические деревья; относительные размеры vs абсолютные; естественный отбор vs ограничения, связанные с развитием.</i>
2	<i>Уровень 1. От экспрессии генов до синаптической пластичности.</i>	<i>Базовые концепции молекулярной биологии. Геномика, транскриптомика и протеомика в нейронауке. Регуляция генов в нервных клетках. Манипулирование геномом в исследованиях нервной системы. Компоненты нервной ткани, базовые представления о нейроне и его функционировании. Синаптическая передача. Трансммиттерные системы. Сигналинг в нервной ткани. Синаптическая пластичность.</i>
3	<i>Уровень 2. Структуры мозга и их связи в обеспечении сложных когнитивных функций.</i>	<i>Основные отделы и крупные структуры мозга млекопитающих. Методы исследования. Вовлеченность разных структур мозга в обеспечение сложных функций (на примере моторного контроля, процесса принятия решений, формирования памяти).</i>
4	<i>Уровень 3. Цельный мозг и поведение.</i>	<i>Коннектомика: успехи и ограничения. Вычислительная нейробиология в исследованиях и моделировании целого мозга. Методологические проблемы в исследованиях поведения человека и животных. Современная нейроэтология.</i>
5	<i>Интегративная нейронаука</i>	<i>Синтез фактов о структуре и функции нервной системы, полученных на разных уровнях ее организации для объяснения сложных</i>

		<i>когнитивных функций (на примере консолидации памяти, стрессовой реакции, некоторых психических расстройств).</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 предмет. Обзор курса, основные требования к работе в рамках семинаров и лабораторных занятий.

Уровни организации нервной системы: молекулярно-генетический, клеточный, нервные сети, структуры мозга и их связи, целый мозг и поведение. Особенности и основные методы изучения нервной системы на разных уровнях организации. Основные идеи об эволюции нервной системы: общий план строения vs разнообразие; шкала «от простого к сложному» vs филогенетические деревья; относительные размеры vs абсолютные; естественный отбор vs ограничения связанные с развитием.

2. Уровень 1. От экспрессии генов до синаптической пластичности. Базовые концепции молекулярной биологии. Геномика, транскриптомика и протеомика в нейронауке. Регуляция генов в нервных клетках. Манипулирование геномом в исследованиях нервной системы. Компоненты нервной ткани, базовые представления о нейроне и его функционировании. Синаптическая передача. Трансмиттерные системы. Сигналинг в нервной ткани. Синаптическая пластичность.

3. Уровень 2. Структуры мозга и их связи в обеспечении сложных когнитивных функций. Основные отделы и крупные структуры мозга млекопитающих. Методы исследования. Вовлеченность разных структур мозга в обеспечение сложных функций (на примере моторного контроля, процесса принятия решений, формирования памяти).

4. Уровень 3. Целый мозг и поведение. Коннектомика: успехи и ограничения. Вычислительная нейробиология в исследованиях и моделировании целого мозга. Методологические проблемы в исследованиях поведения человека и животных. Современная нейроэтология.

5. Интегративная нейронаука. Синтез фактов о структуре и функции нервной системы, полученных на разных уровнях ее организации для объяснения сложных когнитивных функций (на примере консолидации памяти, стрессовой реакции, некоторых психических расстройств).

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

1. Уровень 1. От экспрессии генов до синаптической пластичности.  
- Поиск информации и подготовка сообщения о конкретных генах и их продуктах, важных для функционирования нервной ткани. Например: bdnf, tgf, про- и противовоспалительные молекулы и тп.

- Нейротрансмиттерные системы – эволюция понимания особенностей работы и роли конкретных трансмиссерных систем в обеспечении сложных функций мозга.

2. Уровень 2. Структуры мозга и их связи в обеспечении сложных когнитивных функций.

- На основе анализа литературы представление кейсов пациентов с локальными поражениями мозга, описание функциональных последствий.

3. Уровень 3. Целый мозг и поведение.

- Методологические проблемы в исследованиях поведения человека и животных. Современная нейробиология. Составление этограмм.

5. Интегративная нейронаука.

- Междисциплинарность нейронауки: примеры исследований, требующих участия биологов/физиков/социологов/психологов/философов.

- Синтез фактов о структуре и функции нервной системы, полученных на разных уровнях ее организации для объяснения сложных когнитивных функций (на примере консолидации памяти, стрессовой реакции, некоторых психических расстройств).

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторной работы
1	Уровень 1. От экспрессии генов до синаптической пластичности.	Анализ изменений экспрессии генов в мозге крыс в ответ на хронический стресс (ОТ-ПЦР, гель-электрофорез, статистическая обработка результатов).
2	Уровень 2. Структуры мозга и их связи в обеспечении сложных когнитивных функций.	Роль DLPFC в торможении рефлекторных саккад (исследование с помощью айтрекера).
3	Интегративная нейронаука.	Психофизиологические методы в оценке когнитивных процессов (измерение кожно-гальванической реакции, миограммы, показателей работы сердечно-сосудистой и дыхательной систем в исследовании эмоциональной регуляции).

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривает проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам лекций. В ходе самостоятельной работы студент формирует базу знаний в виде систематизированного каталога заметок в программе Obsidian, между отдельными заметками устанавливает связи и визуализирует их в форме графов. Все каталоги студентов выкладываются в общий доступ в соответствующий раздел курса в LMS БФУ им. И. Канта.

Работа на семинарских занятиях предполагает самостоятельный поиск и анализ литературы, подготовку презентаций и выступлений, в том числе в микрогруппах. Подробные инструкции к каждому семинару приведены в LMS БФУ им. И. Кант

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>Введение в предмет</i>	<i>ПК-1 ПК-3</i>	<i>Выполнение семинарского задания, Финальная презентация</i>
<i>Уровень 1. От экспрессии генов до синаптической пластичности.</i>	<i>ПК-1 ПК-3</i>	<i>Выполнение семинарского задания, Финальная презентация</i>
<i>Уровень 2. Структуры мозга и их связи в обеспечении сложных когнитивных функций.</i>	<i>ПК-1 ПК-3</i>	<i>Выполнение семинарского задания, Финальная презентация</i>
<i>Уровень 3. Целый мозг и поведение.</i>	<i>ПК-1 ПК-3</i>	<i>Выполнение семинарского задания, Финальная презентация</i>
<i>Интегративная нейронаука</i>	<i>ПК-1 ПК-3</i>	<i>Выполнение семинарского задания, Финальная презентация, Выполнение лабораторной работы, отчет по лабораторной работе.</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:*

1. *Гены и кодируемые ими продукты важные для функционирования нервной системы. Описание структуры генов, вариантов транскриптов, предшественников и зрелых форм белков. Их роль в работе нервной системы на примере конкретных научных исследований (экспериментальных статей).*

2. *Локальные поражения мозга: кейсы из клинической практики, поражения гиппокампа, префронтальной коры, миндалина и их роль в когнитивных дисфункциях.*

3. *Основные принципы составления этограммы. Анализ поведения конкретного животного (в лаборатории или в естественной среде), составление этограммы и ее представление на семинаре.*

4. *Междисциплинарность в исследовании сложных когнитивных процессов. Примеры исследований в междисциплинарной команде: исследования памяти, сознания, out-of-body experience.*

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

*Подготовка финальной презентации* - Синтез фактов о структуре и функции нервной системы, полученных на разных уровнях ее организации для объяснения сложных когнитивных функций (на примере консолидации памяти, стрессовой реакции, некоторых психических расстройств).

*Примеры вопросов при представлении презентации,*

1. Какие основные принципы лежат в основе функционирования нейронов?
2. Что такое синапсы и как они играют ключевую роль в передаче сигналов между нейронами?
3. Какие типы нейронов существуют и как они различаются по своей функции?
4. Какие механизмы лежат в основе образования и хранения памяти в мозге?
5. Какие методы исследования позволяют изучать активность мозга и его функции?
6. Какие заболевания нервной системы могут возникнуть в результате нарушения базовых принципов нейронаук?
7. Какие факторы могут повлиять на развитие и здоровье нервной системы у человека?
8. Какие последствия может иметь травма мозга на функционирование нейронов и психическое здоровье человека?
9. Какие перспективы исследований в области нейронаук могут привести к новым методам лечения нервных заболеваний?
10. Какие основные термины и понятия следует знать для понимания базовых принципов нейронаук?

#### **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**

Мозг, познание, разум: введение в когнитивные нейронауки : в 2 т. Т. 1 / под ред. Б. Баарса, Н. Гейдж ; пер. с англ. ; под ред. проф. В. В. Шульговского. — 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 552 с. - (Лучший зарубежный учебник). - ISBN 978-5-00101-471-3. - ЭБС «Znanium» (1)

#### **Дополнительная литература**

Соколова, Л. В. Психофизиология. Развитие учения о мозге и поведении [Электронный ресурс]: учеб. пособие для acad. бакалавриата/ Л. В. Соколова. - 2-е изд., испр. и доп.. - Москва: Юрайт, 2019. - 1 on-line, 210 с.. - (Бакалавр. Академический курс. Модуль). - Вариант загл.: Развитие учения о мозге и поведении. - Библиогр.: с. 206-208. - Лицензия до 31.12.2019. - ISBN 978-5-534-08318-7: Б.ц.

Необходимая дополнительная литература (научные статьи) размещены в соответствующем разделе курса в LMS БФУ им. И. Канта

### **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.
- LabTutor
- Obsidian
- SMI Experiment centre

### **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: «Молекулярно-генетические методы в нейронауках».

Цель дисциплины: формирование у студентов современных представлений о методах молекулярно-генетического анализа, ознакомление с принципа постановки полимеразной цепной реакции, секвенирования, развитие практические навыки в области проведения молекулярно-генетического анализа

### 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	<b>Знать:</b> теоретические основы в области проведения молекулярно-генетических анализов и анализа данных  <b>Уметь:</b> выбирать необходимые методы и оборудование для осуществления производственной деятельности в области проведения молекулярно-генетических анализов  <b>Владеть:</b> навыками и способностями решать нестандартные задачи при осуществлении научной и производственно-технологической деятельности в области проведения молекулярно-генетического анализа

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Молекулярно-генетические методы в нейронауках» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к дисциплинам по выбору.

### 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. Предмет и история развития молекулярно-генетических методов анализа. Разнообразие геномов и их структура</i>	<i>Основные термины: геном, транскриптом, протеом. Виды геномов. Геномы вирусов: ДНК- и РНК-содержащие вирусы. Геномы прокариот: нуклеоид, плазмиды, минимальный размер генома прокариот. Геномы эукариот: ядерный геном, избыточная ДНК, геном митохондрий и пластид. Классификация генов в геноме эукариот. Геномика.</i>
2	<i>Тема 2. Геном человека.</i>	<i>Проект «Геном человека». Знакомство с базами данных NCBI, Uniprot, KEGG.</i>
3	<i>Тема 3. Методы выделения нуклеиновых кислот. Гель электрофорез. Основные ферменты генетической инженерии</i>	<i>Основные ферменты генетической инженерии и их особенности: эндо- и экзонуклеазы рестрикции, лигазы, полимеразы, фосфатазы, киназы. Методы выделения нуклеиновых кислот: основные этапы, критерии выбора, классификация. Методы</i>

		лизиса клеток. Методы очистки нуклеиновых кислот, основные сорбенты. Количественный анализ нуклеиновых кислот: спектрофотометрический метод. Электрофорез. Принципы белкового электрофореза. Классификация белковых электрофорезов. Принципы электрофореза нуклеиновых кислот. Основные буферы и гели для фореа.
4	Тема 4. Полимеразная цепная реакция.	Полимеразная цепная реакция: термины и определения, основные этапы и компоненты. Преимущества и недостатка ПЦР. Дизайн праймеров. Виды ПЦР: ПЦР с обратной транскрипцией (Reverse Transcription PCR, RT-PCR), ПЦР в реальном времени, вложенная (гнездовая) ПЦР (Nested PCR), RAPD (Random Amplification of Polymorphic DNA) — fingerprinting, инвертированная ПЦР (Inverse PCR), асимметричная ПЦР (asymmetric PCR). Интерпретация результатов. Анализ экспрессии генов.
5	Тема 5. Секвенирование нуклеиновых кислот.	Секвенирование: определения. Методы секвенирования первого поколения: секвенирование по Максаму и Гилберту, секвенирование по Сэнгеру. Высокопроизводительное секвенирование следующего поколения (NGS): пиросеквенирование, технология SOLiD, полупроводниковое секвенирование, технология Illumina, секвенирование одиночных молекул в реальном времени, секвенирование через нанопоры. Области применения NGS.
6	Тема 6. Молекулярно-генетические маркеры.	Основные типы ДНК-маркеров: ПДРФ, STR, SNP. Области применения ДНК-маркеров.
7	Тема 7. Рекомбинантная ДНК. Методы трансформации клеток.	Блоттинг. Саузерн блоттинг: принцип метода. Нозерн блоттинг: принцип методы, основные затпы. Вестерн блоттинг: принцип метода, общий протокол, классификация мембран, буферы для переноса, виды электроблоттинга. Истерн блоттинг: принцип метода.
8	Тема 8. Молекулярная филогенетика.	Филогенетика. Филогенетические деревья: основные термины,

		<p>монофилия, парафилия, полифилия, виды деревьев. Филогенез и кладогенез. Этапы построения филогенетического дерева. Выравнивание последовательностей: глобальное и локальное выравнивание, BLAST, множественное выравнивание. Основные методы построения эволюционных деревьев: дистанционные (методы ближайшего соседа, минимальной эволюции, попарного внутригруппового невзвешенного среднего), дискретные (методы максимального правдоподобия, максимальной экономии). Гипотеза «молекулярных часов».</p>
9	Тема № 9. Популяционная геномика. Геномика и медицина.	Популяционная геномика. Геномика и медицина.

## 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. Предмет и история развития молекулярно-генетических методов анализа. Разнообразие геномов и их структура.*

*Тема 2. Геном человека.*

*Тема 3. Методы выделения нуклеиновых кислот. Гель электрофорез. Основные ферменты генетической инженерии.*

*Тема 4. Полимеразная цепная реакция.*

*Тема 5. Секвенирование нуклеиновых кислот.*

*Тема 6. Молекулярно-генетические маркеры.*

*Тема 7. Рекомбинантная ДНК. Методы трансформации клеток.*

*Тема 8. Молекулярная филогенетика.*

Рекомендуемая тематика практических занятий:

*Тема 2. Геном человека.*

*Тема 3. Методы выделения нуклеиновых кислот. Гель электрофорез. Основные ферменты генетической инженерии.*

*Тема 4. Полимеразная цепная реакция.*

- Тема 5. Секвенирование нуклеиновых кислот.  
 Тема 6. Молекулярно-генетические маркеры.  
 Тема 7. Рекомбинантная ДНК. Методы трансформации клеток.  
 Тема 9. Популяционная геномика. Геномика и медицина.

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторной работы
1	Тема 2. Геном человека	Работа с базой данных NCBI. Работа с базой данных Uniprot. Работа с базой данных KEGG.
2	Тема 3. Методы выделения нуклеиновых кислот. Гель электрофорез. Основные ферменты генетической инженерии.	Выделение ДНК. Выделение плазмидной ДНК. Выделение РНК. Постановка реакции обратной транскрипции.
3	Тема 4. Полимеразная цепная реакция.	Постановка полимеразной цепной реакции. Проведение гельэлектрофореза в агарозном геле.
4	Тема 8. Молекулярная филогенетика.	Парное выравнивание. Множественное выравнивание. Построение филогенетического дерева.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Открытие нуклеиновых кислот. Расшифровка строения ДНК. Технологический скачок в молекулярной биологии. Phytozome; 15k (Insect 5K); Consortium for Snake Genomics; 1000 Fungal Genomes Project (IKFG); 100K Foodborne Pathogen Genome Project; Alzheimer's Disease Sequencing Project II (ADSP); Global Invertebrate Genomics Alliance (GIGA); 100 000 Genomes Project. Ферменты, применяемые для исследования нуклеиновых кислот: НКУ-полимеразы, нуклеазы, лигазы, ферменты, модифицирующие концевые участки молекул. Строение и организация геномного материала внутри ядра. Ядерная архитектура эукариот. Методы выделения нуклеиновых кислот и их особенности. Применение метода ПЦР в исследованиях древней ДНК и в криминалистике. Применение методов секвенирования в различных областях науки и медицины. Молекулярные ДНК-маркеры. Системы редактирования геномов; Методы идентификации трансгена и изучения его экспрессии. Методы изучения глобальной экспрессии генов; Экспрессия генов в клетках прокариот; Использование дрожжей в генной инженерии и биотехнологии; Млекопитающие как объект генной инженерии и биотехнологии; Генная терапия. Работа с различными базами данных; Первые ДНК-геномы. Мобильные элементы геномов. «Минимальный геном». Трансплантация геномов. Понятие мутации. Классификация мутаций. Причины мутаций. Эффект мутации на работу генома

Работа на практических занятиях, предусматривающая подготовку презентаций и докладов по следующим темам: Открытие нуклеиновых кислот. Расшифровка строения ДНК. Технологический скачок в молекулярной биологии. Phytozome; 15k (Insect 5K); Consortium for Snake Genomics; 1000 Fungal Genomes Project (IKFG); 100K Foodborne Pathogen Genome Project; Alzheimer's Disease Sequencing Project II (ADSP); Global Invertebrate Genomics Alliance (GIGA); 100 000 Genomes Project. Ферменты, применяемые для исследования нуклеиновых кислот: НКУ-полимеразы, нуклеазы, лигазы, ферменты, модифицирующие концевые участки молекул. Строение и организация геномного материала внутри ядра. Ядерная архитектура эукариот. Методы выделения нуклеиновых кислот и их особенности. Применение метода ПЦР в исследованиях древней

*ДНК и в криминалистике. Применение методов секвенирования в различных областях науки и медицины. Молекулярные ДНК-маркеры. Системы редактирования геномов; Методы идентификации трансгена и изучения его экспрессии. Методы изучения глобальной экспрессии генов; Экспрессия генов в клетках прокариот; Использование дрожжей в генной инженерии и биотехнологии; Млекопитающие как объект генной инженерии и биотехнологии; Генная терапия. Работа с различными базами данных; Первые ДНК-геномы. Мобильные элементы геномов. «Минимальный геном». Трансплантация геномов. Понятие мутации. Классификация мутаций. Причины мутаций. Эффект мутации на работу генома.*

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. Предмет и история развития молекулярно-генетических методов анализа. Разнообразие геномов и их структура	ПК-1	тестирование
Тема 2. Геном человека.	ПК-1	тестирование
Тема 3. Методы выделения нуклеиновых кислот. Гель электрофорез. Основные ферменты генетической инженерии	ПК-1	тестирование
Тема 4. Полимеразная цепная реакция.	ПК-1	тестирование
Тема 5. Секвенирование нуклеиновых кислот.	ПК-1	тестирование
Тема 6. Молекулярно-генетические маркеры.	ПК-1	тестирование
Тема 7. Рекомбинантная ДНК. Методы трансформации клеток.	ПК-1	тестирование
Тема 8. Молекулярная филогенетика.	ПК-1	тестирование

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема № 9. Популяционная геномика. Геномика и медицина.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тестирование</i>

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

*ПРИМЕРЫ:*

**1. Кто разработал метод ПЦР:**

- a) Френсис Крик;
- b) Джейм Уотсон;
- c) Чарльз Дарвин;
- d) Кэри Б. Мюллис.

**2. Для чего применяется ПЦР:**

- a) для амплификации ДНК;
- b) для удлинения ДНК;
- c) для анализирования ДНК;
- d) для секвенирования ДНК.

**3. Что входит в состав смеси для проведения ПЦР:**

- a) образец ДНК, ДНК-полимераза, флуоресцентно-меченные азотистые основания и буферный раствор;
- b) образец ДНК, эндонуклеаза, четыре нуклеотида и праймеры;
- c) образец ДНК, ДНК-полимераза, четыре нуклеотида и праймеры;
- d) образец ДНК, ДНК-полимераза, аденин, тимин, цитозин и гуанин.

**4. Первый этап процесса ПЦР проводят при 90 – 95°C в течение 30 секунд. Что происходит с ДНК при этой температуре?**

- a) денатурация цепи ДНК;
- b) связывание праймеров с одноцепочечной ДНК;
- c) построение цепи ДНК полимеразой за счет добавления нуклеотидов к фрагментам праймеров;
- d) процесс повторения ПЦР.

**5. Какова оптимальная температура для ДНК-полимеразы, используемой в процессе ПЦР?**

- a) 40°C;
- b) 55°C;
- c) 75°C;
- d) 90°C.

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

*Вопросы для экзамена*

- 1. Геномика – цели, задачи, отрасли.
- 2. Геномы вирусов.
- 3. Геномы прокариот.
- 4. Геномы эукариот.
- 5. Классификация генов в геноме.



6. История развития геномных исследований.
7. Геномные проекты.
8. Геномы. Размер генома.
9. Концепция минимального генома.
10. Проект «Геном человека».
11. Строение генома человека.
12. Методы изучения нуклеиновых кислот.
13. Методы выделения ДНК/РНК.
14. Количественный анализ нуклеиновых кислот.
15. Эндонуклеазы рестрикции, применяемые при изучении последовательностей нуклеиновых кислот.
16. Экзонуклеазы, применяемые при изучении последовательностей нуклеиновых кислот.
17. Лигазы, применяемые при изучении последовательностей нуклеиновых кислот.
18. Полимеразы и ферменты для модификации ДНК/РНК, применяемые при изучении последовательностей нуклеиновых кислот.
19. ПЦР: принципы, история развития, основные этапы. Дизайн праймеров.
20. Виды ПЦР (за исключением ПЦР в реальном времени): основные принципы.
21. ПЦР в реальном времени: принцип и основные протоколы, интерпретация результатов.
22. Секвенирование: основные принципы. Методики секвенирования первого поколения.
23. Методики секвенирования следующего поколения: Пиросеквенирование, Секвенирование посредством лигирования олигонуклеотидов и их детекции.
24. Методики секвенирования следующего поколения: Полупроводниковое секвенирование, Секвенирование путем синтеза с обратимым терминированием.
25. Методики секвенирования следующего поколения: Секвенирование в реальном времени одиночных молекул, Секвенирование через нанопоры.
26. Области применения секвенирования следующего поколения.
27. ДНК-маркеры: типы, история, применение.
28. Полиморфизм длин рестрикционных фрагментов: принцип анализа, разновидности, области применения.
29. Случайно амплифицированные полиморфные ДНК, межмикросателлитные последовательности и простые повторяющиеся последовательности: принцип анализа, области применения.
30. Короткие тандемные повторы и однонуклеотидные полиморфизмы: принцип анализа, области применения.
31. Полиморфизм длины амплифицированных фрагментов: принцип анализа, области применения.
32. Картирование геномов: методы и подходы.
33. Рекомбинантная ДНК и библиотеки генов.
34. Клонирование. Что такое вектор для клонирования.
35. Плазмиды. Сине-белая селекция.
36. Вектор на основе вирусов.
37. Бактериофаг M13.
38. Фазмиды.
39. Космиды.
40. Искусственные хромосомы.
41. Методы получения компетентных клеток.
42. Трансфекция.
43. Химические методы трансфекции.

44. Физические методы трансфекции.
45. Трансдукция.
46. Филогенетика: определение, виды филогенетических деревьев.
47. Этапы построения филогенетического дерева. Выравнивание.
48. Методы построения филогенетических деревьев: дистанционные методы.
49. Методы построения филогенетических деревьев: дискретные методы.
50. Теория «молекулярных часов».
51. Выбор метода построения филогенетических деревьев и связанные с этим проблемы.

#### 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 самостоятель	<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

	ности 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. Акимова, С. А. Биотехнология: Практикум / Акимова С.А., - 2-е изд., перераб. и доп. - Волгоград:Волгоградский государственный аграрный университет, 2018. - 144 с.: ISBN. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1007958>
2. Субботина, Т. Н. Молекулярная биология и геновая инженерия : практикум / Т. Н. Субботина, П. А. Николаева, А. Е. Харсекина. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. - 60 с. - ISBN 978-5-7638-3857-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032111>

#### Дополнительная литература

1. Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология : учебник / Т. Р. Якупов, Т. Х. Фаизов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-5820-2.
2. Высокогорский, В. Е. Молекулярно-биологические основы биотехнологии : учебное пособие / В. Е. Высокогорский, О. Н. Лазарева, Т. Д. Воронова. — Омск : Омский ГАУ, 2017. — 122 с. — ISBN 978-5-89764-650-0.
3. Серебров, В.Ю. Практикум по медицинским биотехнологиям с основами молекулярной биологии : учебное пособие / В. Ю. Серебров, Е. В. Кайгородова, Н. В. Юнусова [и др.] ; под редакцией В. Ю. Сереброва.
4. Саткеева, А. Б. Молекулярная биотехнология : учебное пособие / А. Б. Саткеева, К. А. Сидорова. — Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2020. — 115 с.
5. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии: [учебник]/ [Э. Эйткен [и др.] ; ред.: К. Уилсон, Д. Уолкер ; пер. с англ.: Т. П. Мосоловой, Е. Ю. Бозелек-Решетняк ; под ред. А. В. Левашова, В. И. Тишкова. - 2-е изд.. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. - 848 с
6. Шмид, Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия: [справ. изд.]/ Р. Шмид ; пер. с нем.: А. А. Виноградовой, А. А. Синюшина ; под ред.: Т. П. Мосоловой, А. А. Синюшина. - [2-е изд.]. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. -
7. Основы молекулярной биологии клетки: пер. с англ./ Б. Альбертс [и др.] ; под ред.: С. М. Глаголевой, Д. В. Ребриковой. - 2-е изд., испр.. - Москва: Лаб. знаний, 2018. - 768 с.: цв. ил., рис., табл., фот.. - Алф. указ.: с. 751-756.

8. ПЦР в реальном времени/ под ред. Д. В. Ребрикова. - 3-е изд.. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2011. - 223, [1] с.: граф., табл..
9. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений/ под ред. Вл. В. Кузнецова, В. В. Кузнецова, Г. А. Романова. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2011. - 487 с.: ил., [4]. - (Методы в биологии).

#### **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:** «Модельные объекты и поведенческое фенотипирование».

Цель дисциплины: рассмотреть актуальные модельные объекты, используемые в исследованиях процессов нервной и сенсорной систем для решения проблем современной нейробиологии.

**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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	<b>Знать:</b> общую физиологию и основы нейробиологических процессов; этические нормы при работе с модельными объектами; основные способы поведенческого фенотипирования в нейробиологии.  <b>Уметь:</b> выбрать модельный объект и экспериментальный подход в соответствии с целью исследования; грамотно использовать нейробиологические знания для постановки и решения задач исследования.  <b>Владеть:</b> методами оценки поведенческих характеристик у лабораторных животных; навыками при работе на специализированном оборудовании для выполнения экспериментов на модельных объектах.
<i>ПК-2 Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	

**3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Модельные объекты и поведенческое фенотипирование» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к дисциплинам по выбору.

#### 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	Модельные объекты в биомедицинских исследованиях.	Принципы моделирования на животных. Классификация моделей на животных по основным типам и группам.
2	Характеристика моделей на животных.	Генетические аспекты моделирования. Гетерозис и внутриклассовые корреляции. О генах-таймерах и прогнозируемых биомоделях. Нокаутные и трансгенные животные.
3	Линейные животные-биомодели	Инбредные животные-биомодели. Коизогенные и инбредные линии мышей. Мутантные линии и стоки. Гибриды F1, тетрагибриды и рандомбредные животные. SPF-животные-биомодели. Гнотобиотные животные-биомодели
4	Оценка актуальности модели для эксперимента.	Сходство модели с биологическими процессами в организме человека.

		<i>Валидность модели. Доклинические и клинические исследования.</i>
5	<i>Методы исследования поведенческих характеристик лабораторных животных.</i>	<i>Поведенческое фенотипирование. Тесты для анализа поведения модельных объектов в лабораторных условиях</i>
6	<i>Животные модели невротических и нейродегенеративных заболеваний.</i>	<i>Аффективные и невротические расстройства. Нейродегенеративные заболевания.</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. Модельные объекты в биомедицинских исследованиях.*

*Тема 2. Линейные животные-биомодели.*

*Тема 3. Характеристика моделей на животных.*

*Тема 4. Оценка актуальности модели для эксперимента.*

*Тема 5. Методы исследования поведенческих характеристик лабораторных животных.*

*Тема 6. Животные модели невротических и нейродегенеративных заболеваний.*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*1. Этические принципы в исследованиях на модельных объектах.*

*2. Методы создания генетически модифицированных животных.*

*3. Моделирование психических и неврологических заболеваний.*

Рекомендуемый перечень тем *лабораторных работ (при наличии)*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторной работы
<i>1</i>	<i>Методы исследования поведенческих характеристик лабораторных животных.</i>	<i>Оценка поведенческих параметров.</i>

Требования к самостоятельной работе студентов

*В структуре самостоятельной работы предусмотрено изучение учебной и научной литературы, подготовка докладов по указанным тематикам, а также самостоятельная подготовка студентов к лабораторным занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации по дисциплине*

*Самостоятельная работа должна быть выполнена в полном объеме, что является условием допуска к дифференцированному зачету.*

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>Модельные объекты в биомедицинских исследованиях.</i>	<i>ПК-1 ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Линейные животные биомодели.</i>	<i>ПК-1 ПК-2</i>	<i>Опрос, доклад</i>
<i>Характеристика моделей на животных.</i>	<i>ПК-1 ПК-2</i>	<i>Опрос, тестирование</i>
<i>Оценка актуальности модели для эксперимента.</i>	<i>ПК-1 ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Методы исследования поведенческих характеристик лабораторных животных.</i>	<i>ПК-1 ПК-2</i>	<i>Опрос, защита лабораторных работ</i>
<i>Животные модели психических и невротических и нейродегенеративных заболеваний.</i>	<i>ПК-1 ПК-2</i>	<i>Опрос, доклад</i>

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

*Дать развернутый письменный ответ на следующие вопросы:*

- 1. Влияние окружения и обращения с модельными объектами на исследования.*
- 2. Оценка поведения животных моделей: ошибки и способы их устранения.*
- 3. Принципы исследования поведения на лабораторных животных.*
- 4. Клиническая значимость тестирования поведения на животных моделях.*
- 5. Поведенческие методы оценки тяжести заболевания.*

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

- 1. Принципы моделирования на животных.*
- 2. Классификация моделей на животных.*
- 3. Этические принципы в исследованиях на модельных объектах.*
- 4. Генетические аспекты моделирования.*
- 5. Нокаутные и трансгенные животные.*
- 6. Инбредные животные-биомодели.*

7. Коизогенные и инбредные линии мышей.
8. Мутантные линии и стоки.
9. Гибриды F1, тетрагибриды и рандомбредные животные.
10. SPF-животные-биомодели.
11. Гнотобиотные животные-биомодели.
12. Оценка актуальности модели для эксперимента.
13. Методы исследования поведения на животных.
14. Тесты для анализа поведения модельных объектов в лабораторных условиях.
15. Модели нейроповеденческих и психических расстройств человека на животных

#### 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 самостоятель	<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

	ности 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. Успенская, Ю. А. Морфология животных : учебное пособие : в 2 частях. Часть 1 / Ю.А. Успенская. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 286 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-112220-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2133457>
2. Ряднов, А. А. Физиология и этология животных: учебное пособие / Ряднов А.А., - 2-е изд., дополненное - Волгоград:Волгоградский ГАУ, 2015. - 196 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/615151>

#### **Дополнительная литература**

1. Скопичев, В. Г. Поведение животных: учебное пособие / В. Г. Скопичев. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 624 с. 2.
2. Кребс, Д. Г. Килпатрик С. Гены по Льюину: учебное пособие / Д. Г. Кребс, С. Килпатрик ; перевод с английского под редакцией Д. В. Ребрикова, Н. Ю. Усман ; художник В. Е. Шкерин. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 922 с.
3. Каркищенко, Н. Н. Основы биомоделирования / Н. Н. Каркищенко. - М.: Межакад. изд-во ВПК, 2004 (ГУП Чехов. полигр. комб.). - 607 с.
4. Третьяк, Л. Н. Воробьев А. Л. Третьяк, Л. Н. Основы теории и практики обработки экспериментальных данных: учебное пособие / Л. Н. Третьяк, А. Л. Воробьев. — Оренбург: ОГУ, 2015. — 215 с.
5. Смолин, С. Г. Физиология и этология животных: учебное пособие для вузов / С. Г. Смолин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 628 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.

## 5. Программа практики

Не предусмотрена.

## 6. 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»  
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**

**«Солнечная энергетика»**

**Шифр: 03.04.02**

**Направление подготовки: Физика**

**Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»**

**Квалификация выпускника: Физик-исследователь**

## Лист согласования

**Составители:** Кристина Александровна Гриценко, к.ф.-м.н., Директор ВШ Нанотехнологий и инженерии, научный сотрудник НОЦ «Умные материалы и передовые технологии»;

Протокол № 15 от «7»\_марта\_2024г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.  
Директор ВШ Нанотехнологий и  
инженерии

А.В. Юров  
К.А. Гриценко



## Содержание

1. Название образовательного модуля
2. Характеристика образовательного модуля
3. Методические указания для обучающихся по освоению модуля
4. Программы дисциплин образовательного модуля
  - 4.1. Программа дисциплины «Электроника»
  - 4.2. Программа дисциплины «Проектирование солнечных станций»
  - 4.3. Программа дисциплины «Физика полупроводников и полупроводниковых приборов»
  - 4.4. Программа дисциплины «Накопители электрической энергии»
  - 4.5. Программа дисциплины «Физические основы вакуумной техники»
  - 4.6. Программа дисциплины «Технология производства солнечных элементов и модулей»
  - 4.7. Программа дисциплины «Разновидности солнечных элементов»
  - 4.8. Программа дисциплины «Оптика и оптические измерения в солнечной энергетике»
  - 4.9. Программа дисциплины «Промышленная безопасность и охрана труда на производстве»
  - 4.10. Программа дисциплины «Технологии роста монокристаллов»
  - 4.11. Программа дисциплины «Материаловедение и технологии наноматериалов»
  - 4.12. Программа дисциплины «Физика наноматериалов и наноструктур»
  - 4.13. Программа дисциплины «Экономика возобновляемой энергетики»
  - 4.14. Программа дисциплины «Материалы для солнечной энергетики»
  - 4.15. Программа дисциплины «Современные проблемы солнечной энергетики»
  - 4.16. Программа дисциплины «Микропроцессорные технологии»
  - 4.17. Программа дисциплины «Возобновляемые источники энергии»
  - 4.18. Программа дисциплины «Современные системы электроснабжения»
5. Программа практики
6. Программа итоговой аттестации по модулю

## 1. Название модуля: «Солнечная энергетика»

### 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:

1. Изучить основные принципы работы солнечных электростанций, включая фотоэлектрические, тепловые и гибридные системы.
2. Познакомиться с различными технологиями преобразования солнечной энергии в электрическую или тепловую.
3. Научиться анализировать эффективность солнечных систем и определять их пригодность для конкретных условий эксплуатации.
4. Освоить методы моделирования и прогнозирования производительности солнечных установок в различных климатических условиях.
5. Разработать проект солнечной электростанции с заданными параметрами и провести его технико-экономическое обоснование.

#### 2.2. Образовательные результаты выпускника

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-1</i> Способен разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.	<i>ПК-1.1</i> Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. <i>ПК-1.2</i> Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. <i>ПК-1.3</i> Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.	<b>Знать:</b> Основные принципы работы солнечных электростанций, включая фотоэлектрические, тепловые и гибридные системы. Технологии преобразования солнечной энергии в электрическую или тепловую. Методы анализа эффективности солнечных систем. <b>Уметь:</b> Анализировать эффективность солнечных систем и определять их пригодность для конкретных условий эксплуатации. <b>Владеть:</b> Методами технико-экономического анализ проектов солнечных электростанций.
<i>ПК-2</i> Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных	<i>ПК-2.1</i> Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства	<b>Знать:</b> Основы моделирования и прогнозирования производительности солнечных установок. Технико-экономическое обоснование проекта солнечной электростанции.

<p><i>современных высокотехнологичных производств.</i></p>	<p><i>ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования</i>  <i>ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i></p>	<p><b>Уметь:</b> Разрабатывать проекты солнечных электростанций с заданными параметрами. Работать с научной литературой и экспериментальными данными по солнечной энергетике.  <b>Владеть:</b> Способностью к самостоятельному поиску информации по теме солнечной энергетике и применению полученных знаний в своей профессиональной деятельности.</p>
<p><i>ПК-3</i>  <i>Способен организовывать контроль и техническое сопровождение разработки материалов для выбранных приложений и технологических процессов конкретных производств</i></p>	<p><i>ПК-3.1</i>  <i>Организовывает входной контроль материалов, сырья и оборудования, необходимого для выполнения поставленной задачи.</i>  <i>ПК-3.2</i>  <i>Организовывает проведение и контроль метрологических испытаний предлагаемого технологического решения.</i>  <i>ПК-3.3</i>  <i>Организовывает техническое сопровождение этапов испытания и производства в соответствии с предлагаемым технологическим решением в лабораторных условиях и на производстве.</i></p>	<p><b>Знать:</b> Перспективы развития рынка солнечной энергетике. Особенности интеграции солнечных систем с другими источниками энергии.  <b>Уметь:</b> Интегрировать солнечные системы с другими источниками энергии. Оценивать перспективы развития рынка солнечной энергетике и определять наиболее перспективные направления исследований и разработок.  <b>Владеть:</b> Навыками работы с лабораторным оборудованием для исследования солнечных систем.</p>

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

Освоение дисциплин модуля закладывает базу для будущей профессиональной деятельности в сфере 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности. 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.

### 4. Программы дисциплин модуля

## 1. Наименование дисциплины: «Электроника».

Цель дисциплины: получение студентами широкого круга сведений из различных областей современной электроники, необходимых инженерам данного профиля в работе по квалифицированной эксплуатации изделий электронной техники; ознакомление студентов с особенностями построения и конструирования схем основных аналоговых и цифровых электронных устройств; обучение студентов схемотехническим решениям и методам, применяющихся в устройствах осуществляющих усиление, фильтрацию, генерацию и обработку сигналов; использовать в базовом объеме методы компьютерного моделирования электронных схем и устройств; освоение основных навыков ремонта электронного оборудования.

## 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 организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств	ПК-2.1. Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства  ПК-2.2. Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования  ПК-2.3. Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства	<b>Знать:</b> - основы теории обработки сигналов и основные методы их преобразования;  - основные методы проектирования, сборки, монтажа и демонтажа электронных приборов и устройств;  - приборы и оборудование, предназначенное для контроля и измерения параметров сигналов и различных изделий;  - способы борьбы с различного вида помехами, влияющими на работоспособность информационных устройств;  - основные направления в разработке новейших микро- и нанотехнологий обработки аналоговых и цифровых сигналов.

		<p><b>Уметь:</b> - определять основные параметры сигнала на различных участках электронных схем;</p> <p>- пользоваться измерительной аппаратурой, предназначенной для контроля и испытаний информационных систем;</p> <p>- пользоваться технической литературой, учебными пособиями и другими источниками информации, предназначенной для анализа информационных систем;</p> <p>- составлять алгоритмы работы измерительных схем для проведения экспериментов по сбору данных;</p> <p>- измерять с заданной точностью параметры сигналов, выполнять технические расчеты в соответствии с методиками, строить графики и составлять отчеты по проведенным измерениям.</p> <p><b>Владеть:</b> - методами контроля и диагностики электронных систем;</p> <p>- методами контроля технологических процессов с целью повышения качества выпускаемых отечественной промышленностью электронных устройств;</p> <p>- способами совершенствования технических навыков в работе с контрольно-измерительными приборами, применяемыми в информационных системах</p>
--	--	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электроника» представляет собой дисциплину Б1.В.ДВ.01.03.01 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.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
-------	---------------------------------	--------------------

1	<p>Тема 1. Основные понятия теории электрических цепей. Разновидности и параметры сигналов. Цепи постоянного и переменного токов. Трёхфазные цепи.</p>	<p>Основные термины теории цепей. Законы Кирхгофа. Закон Джоуля-Ленца. Основные элементы линейных электрических цепей. Эквивалентные преобразования в электрических цепях.</p> <p>Метод узловых потенциалов. Идея метода, его достоинства и недостатки. Составление системы уравнений метода по схеме цепи. Метод контурных токов. Идея метода, его достоинства и недостатки. Составление системы уравнений метода по схеме цепи. Баланс мощностей.</p> <p>Однофазные линейные электрические цепи синусоидального тока. Основные характеристики синусоидальных напряжений и токов и их измерение. Синусоидальный ток в сопротивлении, индуктивности и ёмкости. Последовательное и параллельное соединение <math>r</math>, <math>L</math> и <math>C</math>.</p> <p>Трёхфазные цепи синусоидального тока. Общая характеристика трёхфазных цепей. Источник трёхфазного напряжения. Соединение трёхфазного источника и нагрузки «звездой» и «треугольником». Расчёт симметричных и несимметричных трёхфазных цепей. Расчёт и измерение активной мощности в трёхфазных цепях.</p> <p>Переходные процессы. Основные понятия о переходных процессах в электрических цепях. Законы коммутации.</p>
---	--	--

2	<p>Тема 2. Полупроводниковые приборы. Диоды, биполярные и полевые транзисторы. Операционные усилители.</p>	<p>Устройство полупроводниковых диодов. Вольтамперная характеристика (ВАХ) полупроводникового диода, зависимость ВАХ от температуры. Разновидности полупроводниковых диодов, их параметры. Классификация и применение полупроводниковых диодов.</p> <p>Устройство и принцип работы биполярных транзисторов (БТ), их разновидности. Вольтамперные характеристики БТ в схемах включения с ОБ, ОЭ и их зависимость от температуры. Усилительные параметры БТ и их определение по ВАХ. Эквивалентные схемы замещения БТ (малосигнальные).</p> <p>Устройство и принцип работы полевых транзисторов, их разновидности. Вольтамперные характеристики полевых транзисторов разных видов и их зависимость от температуры. Усилительные параметры (ПТ) и их определение по характеристикам. Эквивалентная схема замещения ПТ (малосигнальная).</p> <p>Понятие операционного усилителя (ОУ). Схемотехника ОУ. Параметры и характеристики ОУ. Разновидности ОУ.</p>
3	<p>Тема 3. Усилители электрических сигналов. Обратные связи в усилителях. Генераторы электрических колебаний.</p>	<p>Разновидности усилителей. Параметры и характеристики усилителей. Виды обратных связей в усилителях. Влияние обратных связей на работу усилителей.</p> <p>Транзисторные усилители. Многокаскадные усилители. Усилители с общим эмиттером. Усилители мощности. Усилители постоянного тока. Дифференциальные усилители.</p> <p>Усилителя на ОУ. Инвертирующие, неинвертирующие усилители. Активные фильтры. Интеграторы и дифференциаторы. Нелинейные звенья на ОУ.</p> <p>Условия возбуждения автоколебаний. Генераторы гармонических колебаний с RC-цепями с мостом Вина. генераторы прямоугольных колебаний. Кварцевая стабилизация частоты.</p>



4	<p>Тема 4. Источники втоичного электропитания. Непрерывные и импульсные стабилизаторы напряжения.</p>	<p>Источники вторичного электропитания с трансформаторным и бестрансформаторным входом. Параметры, характеристики.</p> <p>Структура стабилизаторов напряжения. Схемная реализация непрерывных и импульсных стабилизаторов напряжения. Обратноходовые стабилизаторы напряжения.</p>
5	<p>Тема 5. Цифровые микросхемы. Микросхемы ТТЛ и КМОП.</p>	<p>Понятие и параметры цифровых сигналов. Разновидности логических элементов. Цифровые микросхемы. Согласование логических микросхем.</p> <p>Алгебра логики. Логические преобразования. Дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы. Карты Карно и диаграммы Вейча.</p> <p>Схемотехника и параметры микросхем ТТЛ. Применение. Три типа выходов микросхем ТТЛ. Микросхемы ТТЛШ.</p> <p>Схемотехника и параметры микросхем КМОП. Применение. Три типа выходов микросхем ТТЛ.</p>
6	<p>Тема 6. Комбинационные логические схемы. Шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, демультимплексоры. Сумматоры. Арифметическо-логическое устройства.</p>	<p>Шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, демультимплексоры, преобразователи кодов. Микросхемы для выполнения арифметических операций. Сумматоры, вычитатели, умножители матричного типа.</p> <p>Арифметически-логические устройства.</p>
7	<p>Тема 7. Последовательностные логические схемы. Триггеры, счетчики, регистры. Программируемые интегральные логические схемы.</p>	<p>Разновидности, области применения триггеров. RS, JK, D, T-триггеры.</p> <p>Разновидности счетчиков. Двоичные, двоично-десятичные, с переменным основанием. Суммирующие, вычитающие, реверсивные. Регистры параллельные, сдвиговые, универсальные.</p> <p>Программируемые интегральные логические схемы. Классификация, области применения. ПЛИС типа FPGA, CPLD, SoC.</p> <p>Методы, программные и аппаратные средства разработки цифровых узлов на логических интегральных схемах и ПЛИС.</p>

8	<p>Тема 8. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.</p>	<p>Общие понятия аналого-цифрового преобразования. Дискретизация, квантование, кодирование. Статические и динамические параметры и погрешности. АЦП. Обобщенная структура АЦП.</p> <p>АЦП параллельные, последовательные, поразрядного уравнивания, конвейерные, типа «сигма-дельта».</p> <p>Общие понятия цифро-аналогового преобразования. Статические и динамические параметры и погрешности. ЦАП. Обобщенная структура ЦАП.</p> <p>ЦАП с суммирование весовых токов, R-2R, строковые, сегментированные, цифровые потенциометры, ЦАП прямого цифрового синтеза.</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. Основные понятия теории электрических цепей.*

*Тема 2. Полупроводниковые приборы.*

*Тема 3. Усилители электрических сигналов. Генераторы электрических колебаний.*

*Тема 4. Источники вторичного электропитания.*

*Тема 5. Цифровые микросхемы.*

*Тема 6. Комбинационные логические схемы.*

*Тема 7. Последовательностные логические схемы.*

*Тема 8. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*Пассивные интегрирующие и дифференцирующие цепи.*

*Фильтры низких частот, фильтры высоких частот, полосно-заграждающие фильтры, полосно-пропускающие фильтры, интегрирующие цепи, дифференцирующие цепи.*

1. *Выпрямители на полупроводниковых диодах.*

*Однополупериодные выпрямители. Двухполупериодные выпрямители мостового типа. Двухполупериодные выпрямители со средней точкой. Сглаживание пульсаций в выпрямителях.*

2. *Усилитель на биполярном транзисторе с общим эмиттером.*

*Точка покоя транзисторных усилителей и методы ее задания. Классы усиления транзисторов в усилителях: А, В, АВ, С, D, Е. Обратные связи в усилителях.*

3. *Усилители на операционных усилителях.*

*Операционные усилители. Параметры, характеристики. Инвертирующие и неинвертирующие усилители. Повторители. Суммирующие усилители. Дифференциальные усилители. Временные и частотные характеристики усилителей. Идеальный усилитель.*

4. *Компараторы на операционных усилителях.*

*Инвертирующие и неинвертирующие компараторы. Параметры и характеристики компараторов. Идеальный компаратор. Компараторы на интегральных микросхемах. Компаратор с гистерезисом (триггер Шмитта).*

5. *Исследование логических схем.*

*Цифровые микросхемы. Микросхемы ТТЛ и КМОП. Три типа выходов цифровых микросхем. Параметры и характеристики цифровых микросхем. Микросхемы типа И, ИЛИ, НЕ, Исключающее ИЛИ.*

6. *Шифраторы и дешифраторы.*

*Полные и неполные шифраторы и дешифраторы. Приоритетные шифраторы. Применение шифраторов для преобразования кодов.*

7. *Мультиплексоры и демультиплексоры.*

*Основы построения мультиплексоров и демультиплексоров. Мультиплексоры и демультиплексоры на интегральных микросхемах малой степени интеграции. Мультиплексоры и демультиплексоры и специализированных микросхемах. Таблицы истинности. Временные диаграммы. Каскадирование мультиплексоров.*

8. *Триггеры.*

*Асинхронные и синхронные триггеры. Статические и динамические триггеры. Одно- и двухтактные триггеры. Триггеры типа RS, JK, D, T.*

9. *Параллельные и сдвиговые регистры.*

*Разновидности регистров: параллельные, сдвиговые, универсальные. Принципы организации регистров. Функции регистровых схем. Преобразование последовательных интерфейсов в параллельные и наоборот с помощью регистров. Регистры на интегральных микросхемах.*

10. *Исследование счетчиков.*

*Счетчики двоичные, двоично-десятичные, с произвольным и переменным модулем счета. Счетчики суммирующие, вычитающие, реверсивные. Счетчики с последовательным, параллельным, комбинированным и кольцевым переносом.*

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторной работы
1	<i>Исследование электрических цепей</i>	<i>Электрические цепи постоянного тока. Электрические цепи переменного тока. Переходные процессы. Трехфазные цепи</i>
2	<i>Исследование полупроводниковых приборов</i>	<i>Исследование полупроводниковых диодов. Исследование биполярных транзисторов. Исследование полевых транзисторов</i>
3	<i>Исследование транзисторных усилителей</i>	<i>Исследование транзисторных усилителей. Исследование усилителей на ОУ. Генераторы гармонических и импульсных колебаний на ОУ</i>
4	<i>Исследование источников питания</i>	<i>Исследование источников питания. Исследование непрерывных и импульсных стабилизаторов напряжения</i>
5	<i>Исследование цифровых микросхем</i>	<i>Цифровые сигналы. Исследование логических элементов. Определение электрических параметров микросхем ТТЛ и КМОП типов</i>
6	<i>Исследование комбинационных логических схем</i>	<i>Исследование шифраторов и дешифраторов, мультиплексоров, демультимплексоров, сумматоров</i>
7	<i>Исследование последовательностных логических схем</i>	<i>Исследование триггеров, счетчиков и регистров</i>
8	<i>Исследование АЦП и ЦАП</i>	<i>Исследование аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей</i>

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

Тема 1. Основные понятия теории электрических цепей.

Тема 2. Полупроводниковые приборы.

Тема 3. Усилители электрических сигналов. Генераторы электрических колебаний.

Тема 4. Источники вторичного электропитания.

Тема 5. Цифровые микросхемы.

Тема 6. Комбинационные логические схемы.

Тема 7. Последовательностные логические схемы.

Тема 8. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

1. *Основные понятия теории электрических цепей.*

*Эквивалентные преобразования «звезды» в «треугольник» и обратно. Баланс мощностей. Математические действия с комплексными числами. Переходы в разные формы представления комплексных чисел. Сложение и вычитание векторов на комплексной плоскости.*

2. *Полупроводниковые приборы.*

*Разновидности диодов. Моделирование выпрямительных схем.*

3. *Усилители электрических сигналов. Генераторы электрических колебаний.*

*Моделирование усилителей электрических сигналов на биполярных и полевых транзисторах и ОУ*

4. *Источники вторичного электропитания.*

*Повышающие, понижающие, инвертирующие преобразователи. Импульсные источники питания.*

5. *Цифровые микросхемы.*

*Преобразования двоичных чисел в десятичные и обратно. Логические преобразования. Использование диаграмм Вейча и карт Карно.*

6. *Комбинационные логические схемы.*

*Моделирование комбинационных логических схем.*

7. *Последовательностные логические схемы.*

*Моделирование последовательностных логических схем.*

8. *Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.*

9. *Моделирование аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей.*

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. Основные понятия теории электрических цепей. Разновидности и параметры</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>сигналов. Цепи постоянного и переменного токов. Трёхфазные цепи.</i>		
<i>Тема 2. Полупроводниковые приборы. Диоды, биполярные и полевые транзисторы. Операционные усилители.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 3. Усилители электрических сигналов. Обратные связи в усилителях. Генераторы электрических колебаний.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 4. Источники вторичного электропитания. Непрерывные и импульсные стабилизаторы напряжения.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 5. Цифровые микросхемы. Микросхемы ТТЛ и КМОП.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 6. Комбинационные логические схемы. Шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, демультиплексоры. Сумматоры. Арифметическо-логические устройства.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 7. Последовательностные логические схемы. Триггеры, счетчики, регистры. Программируемые интегральные логические схемы.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 8. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</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

### Примеры.

#### Тестовая карточка № 1 (этап №1)

1. Частота волны переменного тока обратно пропорциональна:
  - a. Амплитуде
  - b. Току
  - c. Сопротивлению
  - + d. Периоду
  - e. Пиковому напряжению
2. Какие из последующих уравнений несправедливы в отношении закона Ома?
  - a.  $I = E / R$
  - b.  $R = E / I$
  - c.  $E = IR$
  - + d.  $E = I / R$
  - e. Все вышеупомянутые уравнения справедливы
3. Цифровые сигналы отличаются от дискретных сигналов тем, что:
  - a. Имеют ограничение по частотному диапазону
  - b. Ничем
  - c. В цифровых сигналах информация передается с помощью амплитуды, длительности импульсов, частоты, длительности фронтов импульсов
  - d. Имеют только одну полярность напряжения
  - + e. Информацию передают только чередованием низких и высоких уровней напряжения (тока), величина которых заранее определена
4. Эффективное напряжение сети переменного тока в России  $U_{ЭФФ}$  составляет 220 В. Чему равно амплитудное значение напряжения  $U_M$  ?
  - a.  $U_M = 2 U_{ЭФФ}$
  - b.  $U_M = U_{ЭФФ}$
  - + c.  $U_M = \sqrt{2} U_{ЭФФ}$
  - d.  $U_M = U_{ЭФФ} / \sqrt{2}$
  - e. Для сети 220 В амплитудное значение напряжения не используется
5. Скважность последовательности прямоугольных импульсов  $Q$  равна ( $T$  – период повторения импульсов,  $t_I$  – длительность импульса,  $t_{П}$  – длительность паузы):
  - a.  $Q = t_I + t_{П}$
  - + b.  $Q = T / t_I$
  - c.  $Q = t_I / t_{П}$
  - d.  $Q = t_I / T$
  - e.  $Q = T - t_I$

#### Тестовая карточка № 2 (этап №1)



6. Коэффициент передачи линейной цепи составляет + 20 дБ. Если амплитуда входного сигнала равна 1В, амплитуда выходного сигнала равна:
- + a. 10В
  - b. 1В
  - c. 0,1В
  - d. 200В
  - e. 20В
7. В электрической цепи переменного тока находится конденсатор. Ток через конденсатор:
- a. Запаздывает по фазе относительно напряжения
  - b. Фазовый сдвиг отсутствует
  - c. На низких частотах ток опережает напряжение, на высоких частотах - наоборот
  - d. На низких частотах напряжение опережает ток, на высоких - наоборот
  - + e. Опережает напряжение
8. В электрической цепи переменного тока находится катушка индуктивности. Ток через катушку индуктивности:
- + a. Запаздывает по фазе относительно напряжения
  - b. Фазовый сдвиг отсутствует
  - c. На низких частотах ток опережает напряжение, на высоких частотах - наоборот
  - d. На низких частотах напряжение опережает ток, на высоких - наоборот
  - e. Опережает напряжение
9. Фильтр верхних частот – это цепь, которая:
- + a. Пропускает низкочастотный сигнал, подавляет высокочастотный сигнал
  - b. Пропускает высокочастотный сигнал, подавляет низкочастотный сигнал
  - c. Пропускает сигнал только в узкой полосе высоких частот
  - d. Пропускает одинаково сигналы во всей области частот, но осуществляет положительный сдвиг фазы выходного сигнала в области высоких частот
  - e. Пропускает только постоянную составляющую сигнала
10. Фильтр нижних частот при подаче на него прямоугольных импульсов работает как:
- + a. Дифференцирующая цепь
  - b. Цепь для устранения постоянной составляющей
  - c. Идеальный интегратор
  - d. Интегрирующая цепь
  - e. Цепь для добавления постоянной составляющей

Тестовая карточка № 3 (этап 1)

11. Какое преимущество имеет однополупериодная схема выпрямления по сравнению с двухполупериодной схемой в определенных условиях?
- + a. Однополупериодная схема дешевле
  - b. Однополупериодная схема создает выходной сигнал, который легче фильтровать
  - c. Однополупериодная схема имеет лучшую регулировку напряжения
  - d. Однополупериодная схема позволяет применять диода с меньшей граничной частотой
  - e. Все вышеупомянутые факторы

12. Сколько диодов обычно имеет двухполупериодный мостовой выпрямитель? Допустим, что нет необходимости соединять диоды последовательно или параллельно для увеличения значений напряжения или тока.

- a. Один
- b. Два
- c. Три
- + d. Четыре
- e. Пять

13. Что такое варикап?

- + a. Диод, емкость которого регулируется напряжением
- b. Стабилитрон
- c. Запираемый тиристор
- d. Выпрямительный диод
- e. Полевой транзистор с индуцированным каналом

14. Для чего в схеме мостового выпрямителя на диодах используется конденсатор?

- a. Для удвоения выходного напряжения
- + b. Для сглаживания пульсаций
- c. Для защиты от перенапряжений
- d. Для защиты от короткого замыкания
- e. Для защиты диодов выпрямительного моста

15. Выпрямительные диоды не используются на высоких частотах, потому что:

- a. Велик ток утечки через запертый p-n переход
- b. Происходит превышение обратного напряжения диода
- c. Диод попадает в режим лавинного пробоя
- d. Диод попадает в режим туннельного пробоя
- + e. Велика площадь p-n перехода и, соответственно, емкость диода

#### Тестовая карточка № 4 (этап 1)

16. При какой полярности напряжения анод-катод стабилитрон находится на рабочем участке вольтамперной характеристики?

- + a.  $U_{AK} < 0$ , стабилитрон смещен в обратном направлении
- b.  $U_{AK} > 0$ , стабилитрон смещен в прямом направлении
- c.  $U_{AK} = 0$
- d. Полярность напряжения не играет роли
- e. Стабилитрон работает только при переменном сигнале

17. Можно ли включать последовательно два стабилитрона?

- a. Нет, так как при этом увеличивается мощность, рассеиваемая на стабилитронах
- b. Нет, так как напряжения стабилизации не могут точно совпадать у разных стабилитронов
- + c. Да, т.к. при этом напряжение стабилизации равно сумме напряжений стабилизации двух стабилитронов
- d. Да, т.к. при этом суммарный ток и допустимая рассеиваемая мощность увеличиваются в два раза
- e. Да, т.к. при этом увеличится коэффициент стабилизации схемы

18. Тиристоры предназначены для:
- a. Усиления слабых сигналов
  - + b. Переключения больших токов
  - c. Удвоения частоты в промышленных сетях
  - d. Защиты от коротких замыканий
  - e. Защиты от перенапряжений
19. Фотодиод в фотогенераторном режиме:
- a. Создает переменный ток непосредственно из видимого света
  - + b. Создает постоянный ток непосредственно из видимого света
  - c. Преобразует переменный ток непосредственно в видимый свет
  - d. Преобразует постоянный ток непосредственно в видимый свет
  - e. Преобразует радиоволны переменный ток
20. Оптрон –это:
- a. Фотодиод, работающий в режиме светодиода
  - b. Элемент солнечной батареи
  - + c. Полупроводниковый прибор, в котором объединены источник и приемник излучения
  - d. Излучающий полупроводниковый прибор, объединяющий в одном корпусе несколько светодиодов с разным цветом излучения
  - e. Фотодиод, работающий в инфракрасном диапазоне излучения

### ***Типовые методические указания к лабораторным работам***

#### **Примеры**

##### *Лабораторная работа*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИОДОВ, НЕУПРАВЛЯЕМОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ И ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СТАБИЛИЗАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ**

Цель работы: изучение характеристик и параметров диодов – выпрямительных, Шоттки, стабилитронов и светодиодов.

#### **1.1 Описание лабораторной установки**

При выполнении работы используются следующие модули: «диоды», «мультиметры», «миллиамперметры», а также двухканальный осциллограф.

Лицевая панель модуля «диоды» представлена на рис. 1.1.

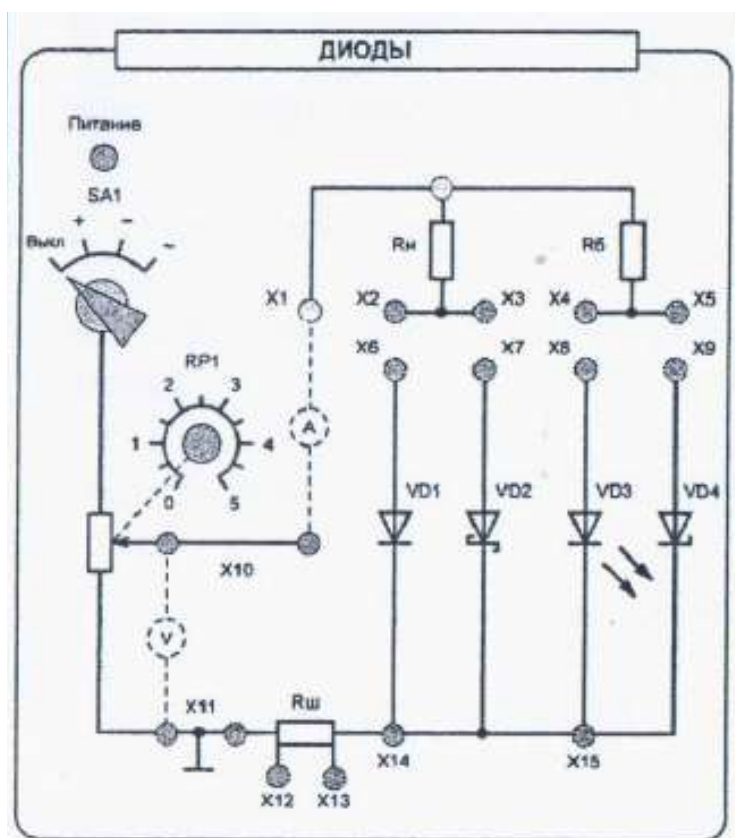


Рис.1.1. Внешний вид лицевой панели модуля «диоды»

На ней приведена мнемосхема и установлены коммутирующие и регулирующие элементы. На мнемосхеме изображены: выпрямительный диод  $VD1$ , диод Шоттки  $VD2$ , светодиод  $VD3$ , стабилитрон  $VD4$ , потенциометр  $RP1$  для изменения подаваемого напряжения, резистор  $R_n=150$  Ом и балластный резистор  $R_6=1,1$  кОм. Резистор  $R_n$  используется в качестве ограничивающего ток при снятии характеристик и в качестве сопротивления нагрузки при исследовании выпрямителя. Переключатель  $SA1$  предназначен для включения переменного или постоянного напряжения (положительного или отрицательного), а также выключения питания модуля. Шунт  $R_{ш}=10$  Ом служит для осциллографирования сигнала, пропорционального току через диод. На передней панели размещены также гнезда для осуществления внешних соединений ( $X1 - X15$ ).

Питание модуля осуществляется от источников сетевого переменного  $\sim 220$  В или постоянного напряжения  $\pm 15$  В.

## 1.2. Задание и методические указания

Предварительное домашнее задание:

- а) изучить тему курса «Полупроводниковые диоды» и содержание данной работы, быть готовым ответить на все контрольные вопросы;
- б) начертить схему для снятия вольт/амперной характеристики (ВАХ) выпрямительного диода на постоянном токе и схему для исследования параметрического стабилизатора;

в) начертить схему для снятия ВАХ выпрямительного диода на переменном токе и схему для исследования светодиода;

г) начертить схему для снятия ВАХ стабилитрона на переменном токе и схему для исследования выпрямителя;

д) построить в масштабе временные диаграммы переменного синусоидального напряжения  $u_n$ , анодного тока  $i_a$  и напряжения на вентиле  $u_a$ . Амплитудное значение  $U_m$  переменного напряжения задать равным 10 В. Вентиль считать идеальным.

е) для идеализированной ВАХ стабилитрона построить линию нагрузки, если напряжение стабилизации стабилитрона  $U_{ст}=6,8$  В, его дифференциальное сопротивление  $r_d$  на участке стабилизации равно нулю, напряжение питания  $U_n = 10$  В. Определить ток  $I_с$  через балластный резистор;

ж) для светодиода определить величину балластного сопротивления  $R_б$ , если максимально возможный ток через светодиод  $I_{max}=10$  мА, пороговое напряжение светодиода  $U_0=2$  В, напряжение питания  $U_n = 10$  В.

### 1.3. Экспериментальное исследование полупроводникового диода

Порядок выполнения работы следующий:

а) собрать схему для исследования полупроводникового диода на постоянном токе (рис. 1.2).

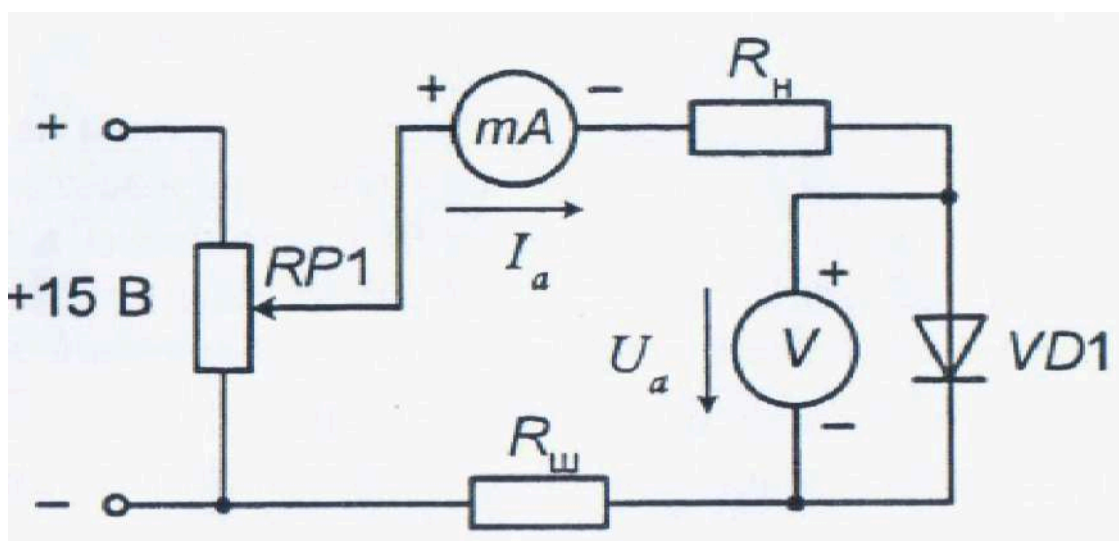


Рис.1.2. Схема для исследования диода на постоянном токе

Соединить перемычкой гнезда X2 – X6. Для измерения анодного тока включить многопредельный миллиамперметр (модуль «миллиамперметры») на предел «x1000» (максимальный ток 100 мА) между гнездами X1 – X10. Для измерения анодного напряжения между гнездами X3, X14 включить мультиметр на предел «2 В», при больших напряжениях перейти на предел «20 В». Переключить тумблер SA1 в положение «+»;

б) снять по точкам ВАХ выпрямительного диода на постоянном токе. Для этого потенциометром RP1 изменять напряжение на входе, фиксируя анодный ток  $I_a$ , анодное напряжение  $U_a$  на диоде VD1. ВАХ снимать сначала для прямой, а затем обратной ветви, установив переключатель SA1 на «-». После выполнения эксперимента перевести

переключатель SA1 в положение «Выкл». Ручку потенциометра RP1 установить в положение «0»;

в) по построенной ВАХ определить основные параметры диода: пороговое напряжение  $U_0$ , дифференциальное сопротивление  $r_d$ , обратный ток  $I_{обр}$ , прямое падение напряжения  $U_{amax}$  при максимальном анодном токе  $I_{amax}$ ;

г) собрать схему для исследования выпрямительного диода на переменном токе с целью получения ВАХ диода на экране осциллографа (рис. 1.3).

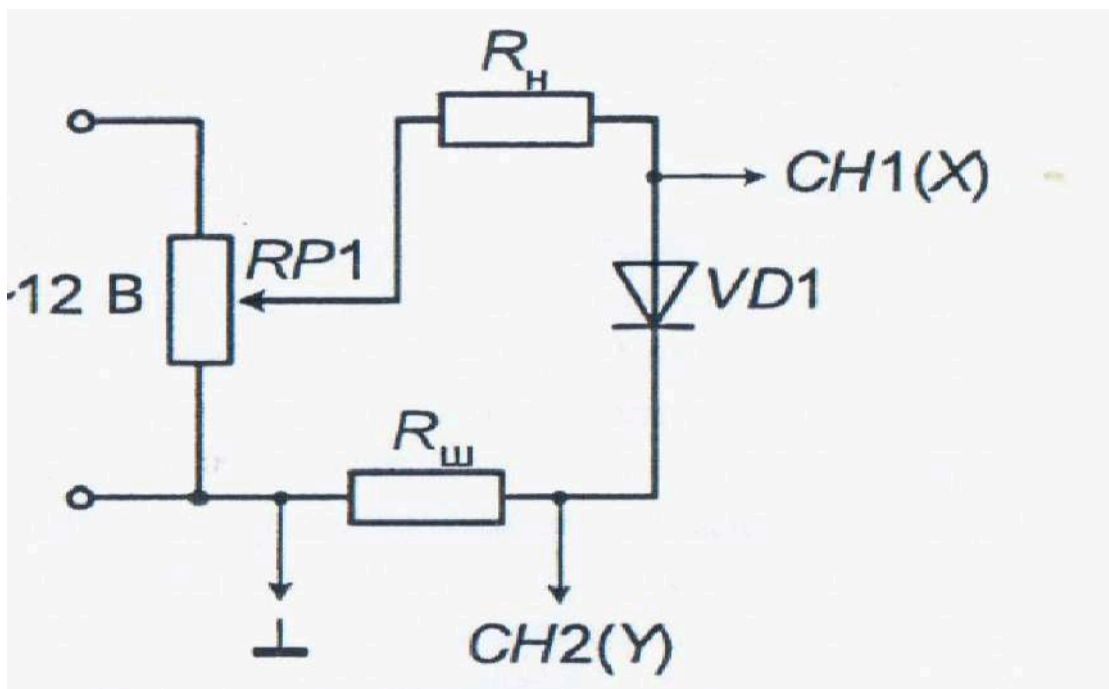


Рис. 1.3. Схема исследования выпрямительного диода на переменном токе

Вход CH2 (Y) осциллографа подключить к шунту  $R_{ш}$  (гнездо X13), а корпус осциллографа « $\perp$ » соединить с гнездом X12. Вход CH1 (X) подключить к гнезду X3. При этом осциллограф должен быть переведен в режим Y/X (кнопка меню «дисплей», подменю «формат»). Подать питание – переключатель SA1 установить в положение « $\sim$ ». Светящуюся точку на экране осциллографа поместить в середину экрана. Вращать ручку потенциометра RP1 до положения «5». Зарисовать ВАХ диода. Определить масштабы по току и напряжению.

После выполнения эксперимента перевести переключатель SA1 в положение «выкл». Ручку потенциометра RP1 установить в положение «0».

д) определить по осциллограмме параметры диода: пороговое напряжение  $U_0$ , дифференциальное сопротивление  $r_d$ , обратный ток  $I_{обр}$ , прямое падение напряжения  $U_{amax}$  при максимальном анодном токе  $I_{amax}$ . Сравнить с параметрами, определенными в п. 1.2 в, объяснить причину различий.

#### 1.4. Экспериментальное исследование однополупериодного выпрямителя на диоде

Порядок выполнения работы:

а) собрать схему выпрямителя (рис. 1.3) – это не потребует никаких переключений на модуле. Переключатель развертки осциллографа перевести на временную развертку. Установить синхронизацию от сети. На экране осциллографа можно наблюдать осциллограммы анодного тока  $I_a$  и напряжения на диоде  $u_a$ ;

б) исследовать выпрямитель, для этого на входе установить напряжение с амплитудой  $U_m = 10$  В. Измерение напряжения производить при помощи осциллографа, подключив вход *CH2* осциллографа к гнезду *X10*, а корпус осциллографа «⊥» – к гнезду *X12*. Канал *CH1* осциллографа рекомендуется отключить от модуля;

в) снять осциллограммы напряжения на диоде  $u_a$  (вход *CH1* осциллографа подключить к гнезду *X3*) и анодного тока  $i_a$  (вход *CH2* осциллографа подключить к гнезду *X13*, а корпус осциллографа «⊥» уже соединен с гнездом *X12*). Переключить осциллограф в двухканальный режим развертки во времени. Скопировать временные осциллограммы. Снять осциллограмму напряжения на нагрузке  $u_n$ . Для этого корпус осциллографа подключить к гнезду *X3*, а вход канала *CH2* к гнезду *X1* (не забудьте определить масштабы по току и напряжению).

После завершения эксперимента перевести переключатель *SA1* в положение «выкл». Ручку потенциометра *RP1* установить в положение «0».

### 1.5. Экспериментальные исследования диода Шоттки

Порядок выполнения работы:

а) собрать схему для исследования диода Шоттки на постоянном токе (рис. 1.4).

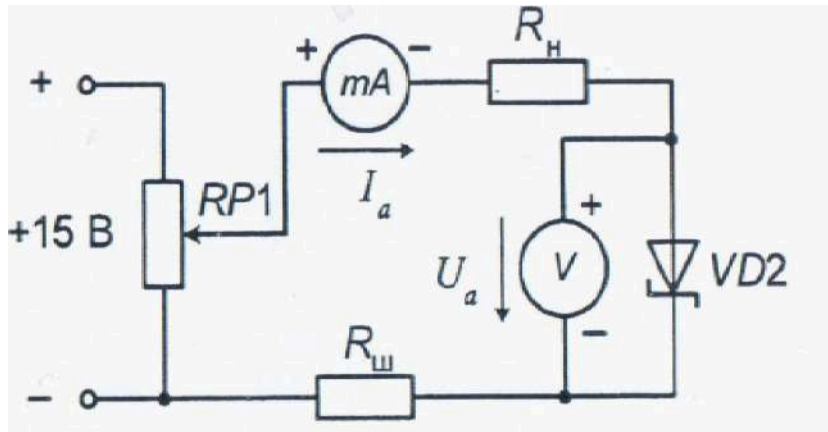


Рис. 1.4. Схема исследования диода Шоттки на постоянном токе

Соединить перемычкой гнезда *X3*, *X7*. Для измерения анодного тока включить многопредельный миллиамперметр (модуль «миллиамперметры») на пределе «x1000» (максимальный ток – 100 мА) между гнездами *X1* – *X10*. Для измерения анодного напряжения между гнездами *X2* – *X14* включить мультиметр на пределе «2 В», при больших напряжениях перейти на пределе «20 В». Переключить тумблер *SA1* в положение «+»;

б) снять по точкам ВАХ диода Шоттки на постоянном токе. Для этого потенциометром *RP1* изменять напряжение на входе, фиксируя анодный ток  $I_a$  и анодное напряжение  $U_a$  на диоде *VD2*. ВАХ снять сначала для прямой, затем для обратной ветви,

установив переключатель  $SA1$  на « $\rightarrow$ ». При смене ветви не забыть изменить полярности миллиамперметра и вольтметра и их пределы измерения.

После завершения эксперимента перевести переключатель  $SA1$  в положение «выкл». Ручку потенциометра  $RP1$  установить в положение «0».

в) по построенной ВАХ определить основные параметры диода Шоттки: пороговое напряжение  $U_0$ , дифференциальное сопротивление  $r_d$ , обратный ток  $I_{обр}$ , прямое падение напряжения  $U_{amax}$  при максимальном анодном токе  $I_{amax}$ . Сравнить с параметрами выпрямительного диода.

### 1.6. Экспериментальное исследование стабилитрона

Порядок выполнения работы:

а) собрать схему для исследования стабилитрона  $VD4$  на переменном токе (рис. 1.5).

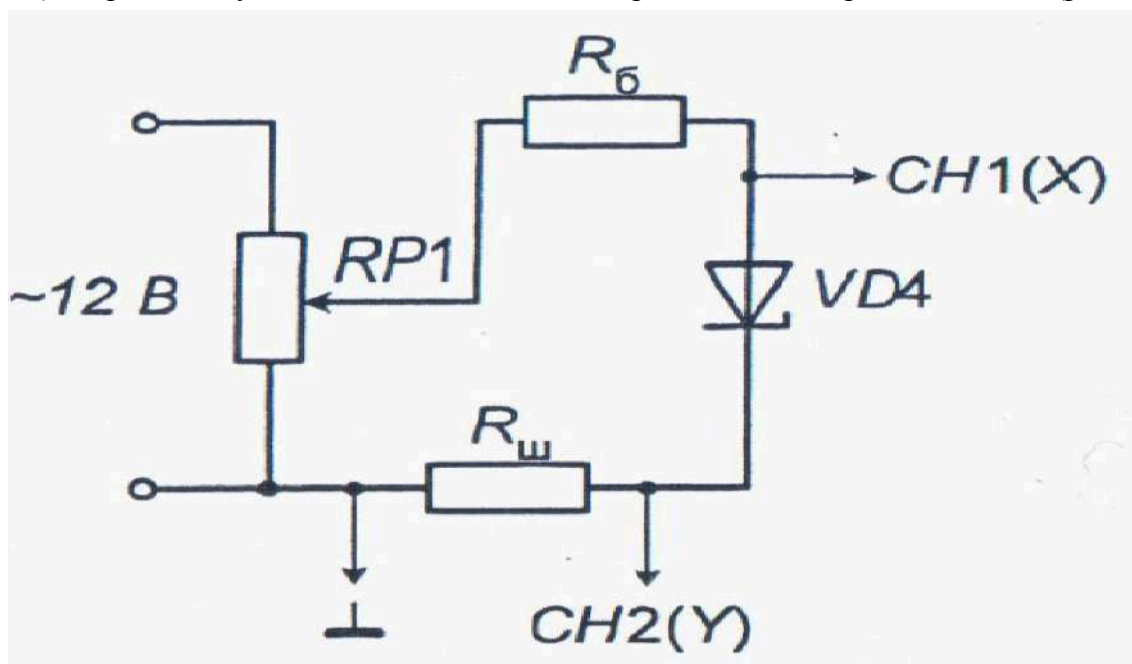


Рис. 1.5. Схема для исследования стабилитрона

Соединить перемычкой гнезда  $X5 - X9$ . Вход  $CH2 (Y)$  осциллографа подключить к шунту  $R_{ш}$  (гнездо  $X13$ ), а корпус осциллографа « $\perp$ » соединить с гнездом  $X12$ . Вход  $CH1 (X)$  осциллографа подключить к гнезду  $X4$ . При этом осциллограф должен быть переведен в режим  $Y/X$ . Подать питание – переключатель  $SA1$  установить в положение « $\sim$ ». Светящуюся точку поместить в центр экрана. Вращать ручку потенциометра  $RP1$  до положения «5». Зарисовать ВАХ стабилитрона, определить масштабы по току и напряжению.

После завершения эксперимента перевести переключатель  $SA1$  в положение «выкл». Ручку потенциометра  $RP1$  установить в положение «0».

б) по снятой ВАХ определить напряжение стабилизации  $U_{ст}$  стабилитрона и дифференциальное сопротивление  $r_d$  на участке стабилизации.

### 1.7. Экспериментальное исследование параметрического стабилизатора

Порядок выполнения работы:

а) собрать схему параметрического стабилизатора напряжения (рис. 1.6).



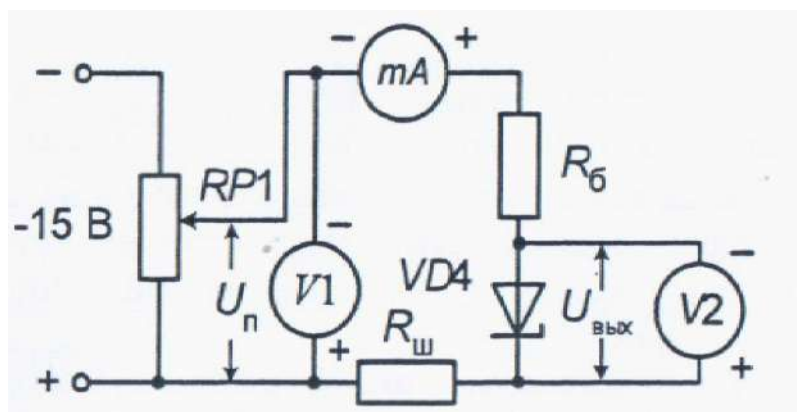


Рис. 1.6. Схема исследования параметрического стабилизатора

Включить вольтметры измерительного модуля на вход и выход стабилизатора, соответственно между гнездами X10 – X11 и X4 – X15. Подать постоянное напряжение переключателем SA1 (обратите внимание на полярность входного напряжения, рис. 1.6).

б) снять и построить зависимость выходного напряжения от напряжения источника питания  $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{п}})$ . Для этого, изменяя потенциометром напряжение питания  $U_{\text{п}}$  на входе стабилизатора, измерять соответствующее ему выходное напряжение  $U_{\text{вых}}$ . Определить напряжение стабилизации стабилизатора  $U_{\text{ввх}}$ . Сравнить его с напряжением  $U_{\text{ст}}$ , найденным в п. 1.6.

После завершения эксперимента перевести переключатель SA1 в положение «выкл». Ручку потенциометра RP1 установить в положение «0».

в) определить коэффициент стабилизации стабилизатора  $K_{\text{ст}}$  и выходное сопротивление  $R_{\text{вых}}$  на участке стабилизации.

$$K_{\text{ст}} = \frac{\Delta U_{\text{п}}}{\Delta U_{\text{ввх}}}; R_{\text{ввх}} = r_{\text{д}}. \quad (1.1)$$

### 1.8. Экспериментальное исследование светодиода

Порядок выполнения работы:

а) собрать схему для исследования светодиода на постоянном токе (рис. 1.7).

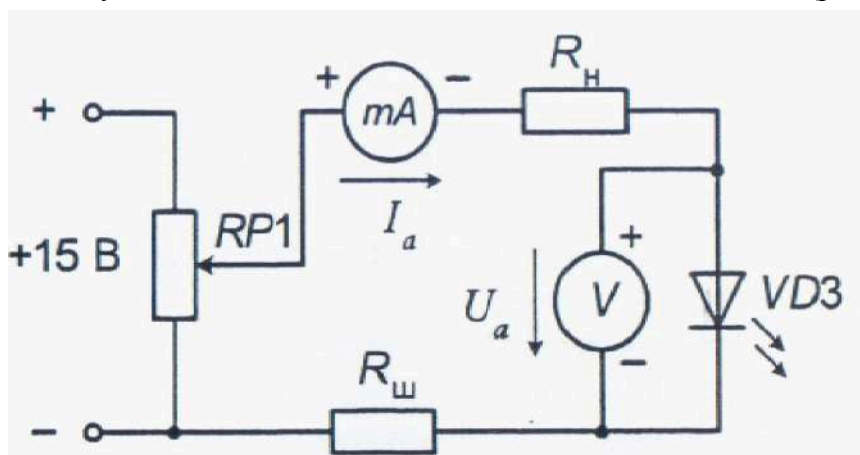


Рис. 1.7. Схема для исследования светодиода

Соединить перемычкой гнезда  $X4 - X8$ . Для измерения анодного тока включить многопредельный миллиамперметр (модуль «миллиамперметры») на пределе «x100» (максимальный ток 10 мА) между гнездами  $X1 - X10$ . Для измерения анодного напряжения между гнездами  $X5 - X15$  включить вольтметр. Переключить тумблер  $SA1$  в положение «+»;

б) снять по точкам ВАХ светодиода на постоянном токе. Для этого, вращая ручку потенциометра  $RP1$  до положения «5», изменять напряжение на входе, фиксируя ток  $I_a$  и анодное напряжение  $U_a$  на светодиоде  $VD3$ .

Снимать только прямую ветвь ВАХ светодиода. Записать значение анодного тока  $I_a$ , при котором становится заметным свечение.

### 1.9. Содержание отчета

- а) наименование и цель работы;
- б) принципиальные электрические схемы для выполненных экспериментов;
- в) результаты экспериментальных исследований и проведенных по ним расчетов, помещенные в соответствующие таблицы;
- г) экспериментально снятые и построенные характеристики;
- д) обработанные осциллограммы;
- е) выводы по работе. Обязательно ответить на контрольные вопросы 7, 12 –15, указать причины отличий результатов, полученных на постоянном токе и с помощью осциллографа.

### 1.10. Контрольные вопросы

- 1) Чем отличаются полупроводники типа р и n?
- 2) Каковы свойства р-n перехода?
- 3) Объясните вид ВАХ р-n перехода.
- 4) Как снять по точкам ВАХ диода?
- 5) Как снять ВАХ диода с помощью осциллографа?
- 6) Поясните вид ВАХ стабилитрона.
- 7) В чем отличие ВАХ выпрямительного диода, диода Шоттки, стабилитрона и светодиода?
- 8) Как работает неуправляемый выпрямитель?
- 9) Как и для чего строят временные диаграммы токов и напряжений в схеме выпрямителя?
- 10) Как работает параметрический стабилизатор напряжения? Для чего служит балластный резистор?
- 11) Как изменится напряжение на выходе стабилизатора при повышении температуры?
- 12) При каком минимальном напряжении на входе стабилизатора еще возможна стабилизация напряжения?
- 13) От какого параметра зависит качество стабилизации напряжения?
- 14) От чего зависит яркость свечения светодиода?
- 15) Какой элемент обязателен в схеме индикатора на светодиоде почему?

16) Каким образом на экране осциллографа получают изображение функциональной зависимости двух напряжений, напряжения и тока?

17) Каким образом на экране осциллографа получается изображение периодической функции времени?

### *Лабораторная работа*

## ИССЛЕДОВАНИЕ БИПОЛЯРНОГО ТРАНЗИСТОРА И ТРАНЗИСТОРНОГО УСИЛИТЕЛЬНОГО КАСКАДА

Цель работы: изучение характеристик и режимов работы биполярного транзистора и усилительного каскада с общим эмиттером.

### **4.1 Описание лабораторной установки**

В комплект лабораторной установки входят модули «Транзисторы», «Функциональный генератор», «Миллиамперметры», «Мультиметры» и двухканальный осциллограф.

Лицевая панель модуля «Транзисторы» представлена на рис. 4.1. На ней приведена мнемосхема и установлены коммутирующие и регулирующие элементы. Тумблер «Питание» предназначен для подачи питающего напряжения на модуль «Транзисторы», при включении которого указывает световой индикатор. На мнемосхеме модуля изображены: биполярный транзистор  $VT1$ , потенциометр  $RP1$  для регулирования напряжения, подаваемого на базу транзистора, токоограничивающий резистор  $R1$ , резистор нагрузки  $R2$ , величина сопротивления которого задается переключателем  $SA1$ . Величины сопротивлений, соответствующие положениям переключателя, приведены в табл. 1.

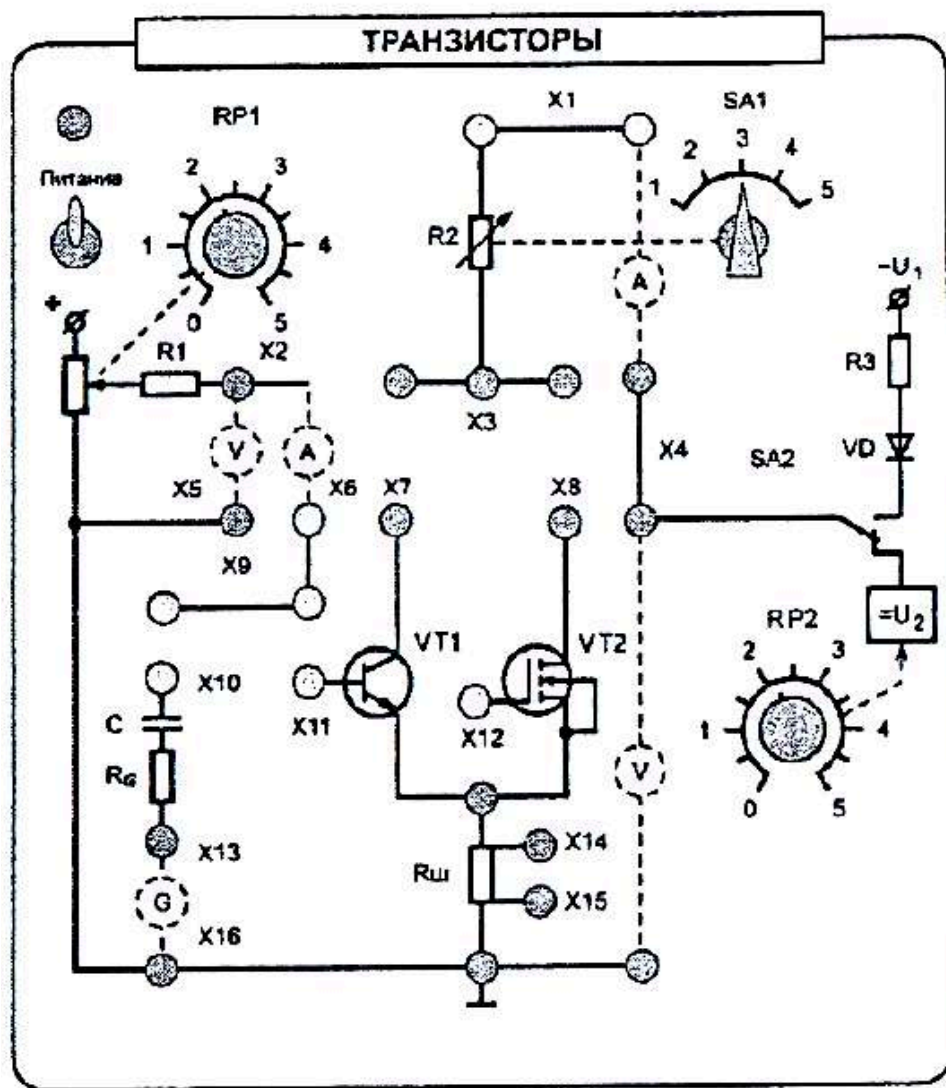


Рис. 4.1. Модуль транзисторов

Таблица 4.1. Сопротивления резистора R2

№ позиции	1	2	3	4	5
Сопротивление R2, кОм	1	1,2	1,5	1,8	2,4

Величина постоянного напряжения, подаваемого на коллектор, регулируется потенциометром  $RP2$ . Переключатель  $SA2$  предназначен для включения переменного или постоянного напряжения. Для подачи на коллектор только положительных полуволн переменного напряжения служит диод  $VD$ . Ток в коллекторной цепи ограничивает резистор  $R3$ . Резистор  $R_G$  имитирует внутреннее сопротивление источника входного сигнала. Конденсатор  $C$  исключает разделяет входные источники переменного и постоянного напряжения. Шунт  $R_{ш}=50$  Ом является датчиком эмиттерного тока и служит для осциллографирования сигнала. На передней панели размещены также гнезда для осуществления внешних соединений ( $X1 - X16$ ).

#### 4.2. Экспериментальное исследование характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером (ОЭ)

Порядок выполнения работы следующий:

а) собрать схему для снятия характеристик биполярного транзистора (рис. 4.2).

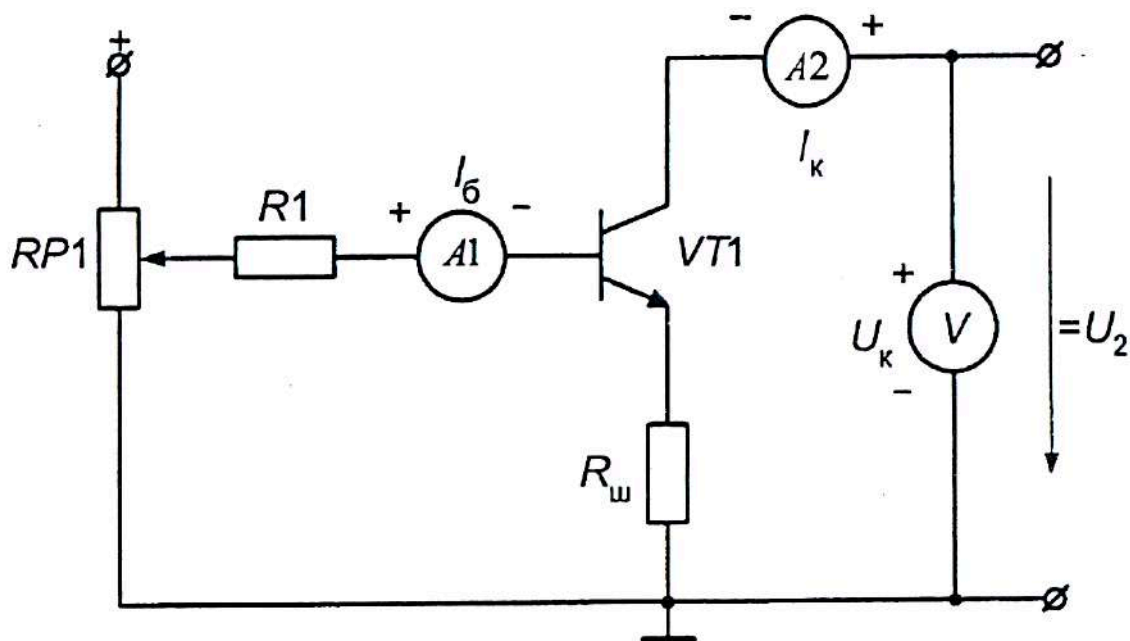


Рис. 4.2. Схема для исследования характеристик биполярного транзистора

Для этого между гнездами X2 – X6 включить много предельный миллиамперметр A1 на пределе «x1» (100 мкА) и соединить перемычкой гнезда X9 – X11. Установить потенциометр RP1 в крайнее левое положение. Между гнездами X1 – X4 включить второй миллиамперметр A2 на пределе «x100» (10 мА). Соединить перемычкой гнезда X3 – X7. Включить вольтметр между гнездами X4 – X16. Тумблер SA2 установить в нижнее положение. Между гнездами X1 – X3 установить перемычку;

б) снять статическую характеристику прямой передачи по току  $I_k=f(I_b)$  при  $U_k=12$  В и  $R_2=0$ , используя схему на рис. 4.2. Включить тумблер «Питание». Изменяя ток базы от нуля до максимального значения при помощи потенциометра RP1, снять статическую характеристику прямой передачи по току. Если показания миллиамперметров A1 и A2 выйдут за допустимые значения на установленных пределах, требуется переключить приборы на более высокий предел. Выключить питание модуля;

в) снять характеристику прямой передачи по току при наличии нагрузки R2. Схема для снятия характеристики представлена на рис. 4.3.

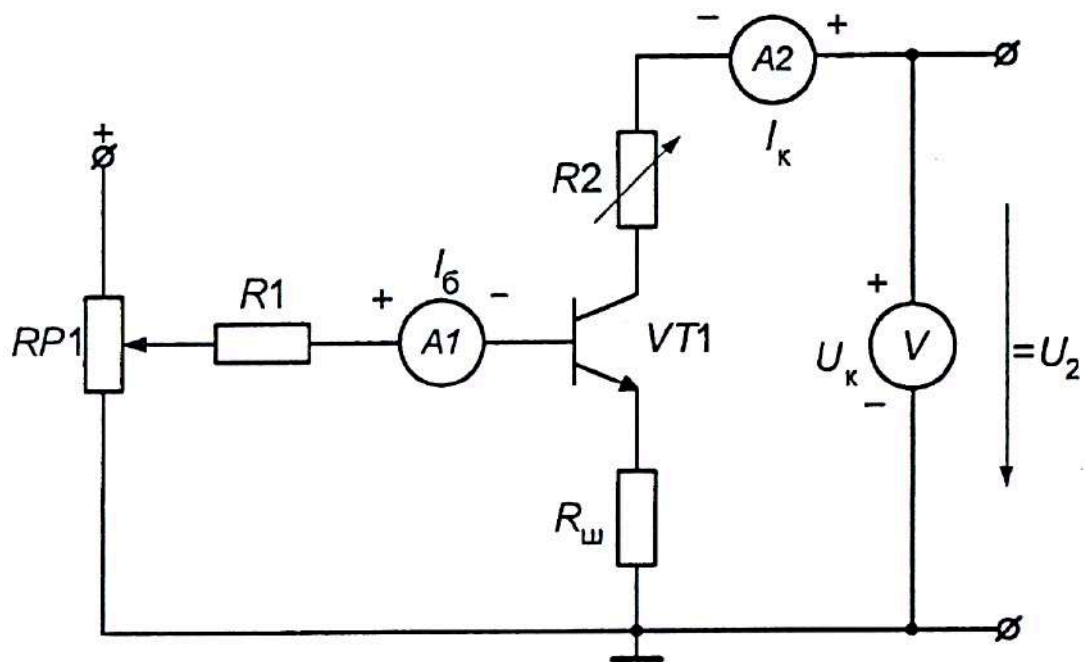


Рис. 4.3. Схема для определения нагрузочной характеристики прямой передачи по току

При подготовке эксперимента необходимо убрать перемычку между гнездами X1 – X3, ручку потенциометра  $RP1$  установить в крайнее левое положение. С помощью переключателя  $SA1$  установите заданное значение резистора  $R2$ . Включить питание модуля. При помощи потенциометра  $RP2$  установить  $U_2=12$  В. Изменяя ток базы от нуля до максимума при помощи потенциометра  $RP1$ , снять нагрузочную характеристику прямой передачи транзистора по току. Вблизи перехода в область насыщения точки снимать чаще. Выключить питание модуля;

г) по построенной в п. 4.2 характеристике определить области активного усиления, отсечки и насыщения. Определить максимальный ток  $I_{B \text{ max}}$ , при котором еще обеспечивается линейное усиление;

д) снять выходные статические вольт-амперные характеристики (ВАХ) транзистора с помощью осциллографа, используя схему на рис. 4.4.

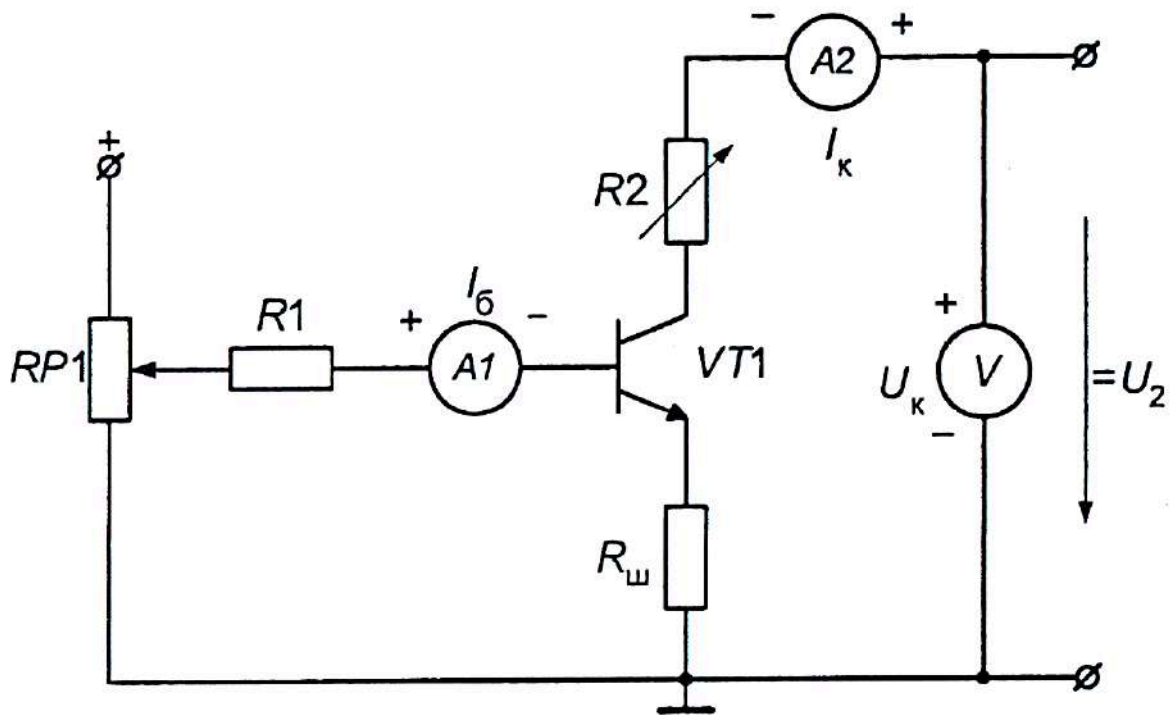


Рис. 4.4. Схема для снятия выходных статических ВАХ при помощи осциллографа

При подготовке эксперимента необходимо переключить тумблер  $SA2$  в верхнее положение, тем самым подключить к схеме источник полувольт напряжения. Соединить переключкой гнезда  $X1 - X3$ . Подключить входы осциллографа к соответствующим точкам схемы: вход канал  $CH1(X)$  – к гнезду  $X3$ , канала  $CH2(Y)$  – к гнезду  $X14$ , корпус осциллографа ( $\perp$ ) – к гнезду  $X15$ . На осциллографе задать режим развертки  $X/Y$  (кнопка меню «Дисплей», подменю «Формат»). Установить луч на экране осциллографа в левом нижнем углу. Установить потенциометр  $RP1$  крайнее левое положение. Включить питание модуля. Изменять ток базы от нуля до максимума, пронаблюдать семейство выходных характеристик, сохранить копии экранов с выходными характеристиками для трех значений тока базы:  $I_{Б1}=0$ ,  $I_{Б2}=0,5I_{Бмакс}$ ;  $I_{Б3}=I_{Бмакс}$ . Записать масштабы по напряжению и току. Выключить питание модуля.

### 4.3. Экспериментальное исследование усилительного каскада на биполярном транзисторе (БТ) с общим эмиттером (ОЭ)

Порядок выполнения работы:

а) собрать схему для исследования усилительного каскада (рис. 4.5). Для этого необходимо разомкнуть гнезда  $X1 - X3$ . К гнезду  $X13$  подключить напряжение с выхода функционального генератора, соединив общий провод генератора ( $\perp$ ) с гнездом  $X16$ . Соединить переключкой гнезда  $X9 - X10$ . Переключить тумблер  $SA2$  в нижнее положение, тем самым подключив к схеме источник постоянного напряжения  $U_2$ .

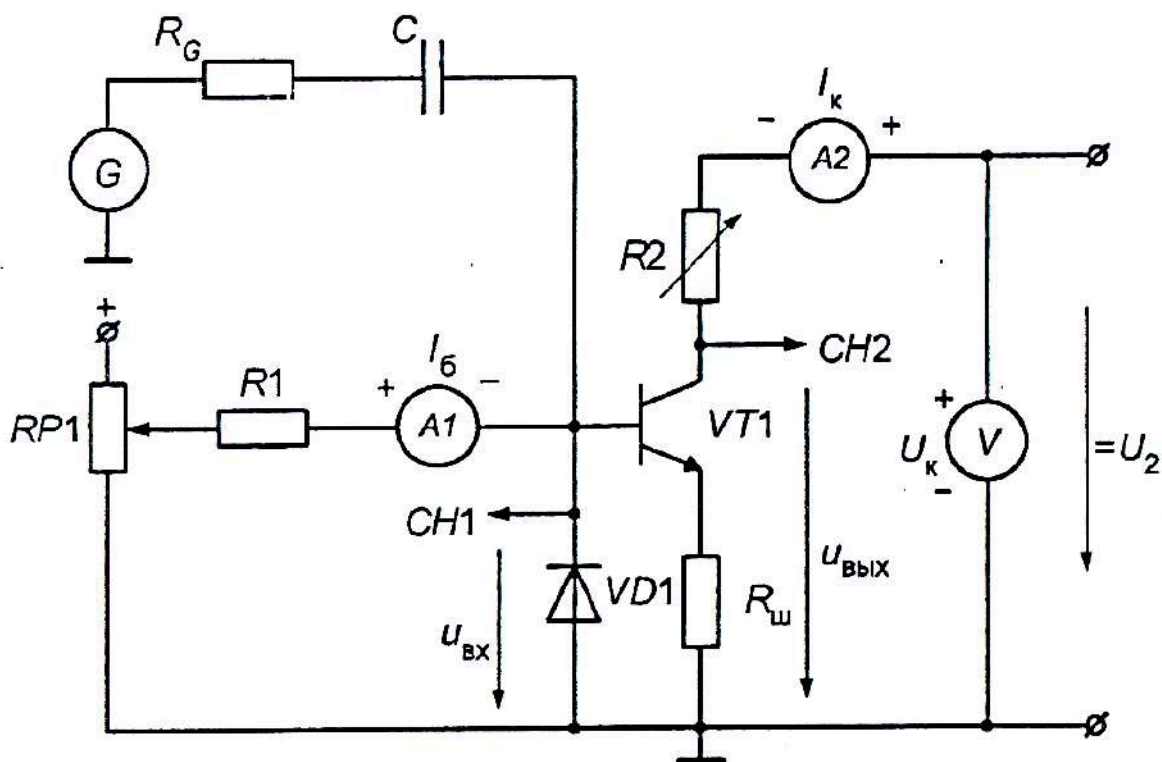


Рис. 4.5. Схема усилительного каскада на БТ с ОЭ

Переключить осциллограф в режим временной развертки. Включить функциональный генератор и установить синусоидальный сигнал с частотой 1 кГц, уменьшить сигнал до минимума регулятором амплитуды. Включить питание. Установить  $RP1$  в крайнее левое положение. С помощью потенциометра  $RP2$  установить напряжение питания  $U_2 = 12$  В. Защитный диод  $VD1$  на схеме модуля не показан;

б) установить оптимальную точку покоя транзистора. Для этого изменяя базовый ток транзистора потенциометром  $RP1$ , измерять с помощью осциллографа напряжение на коллекторе транзистора. Установить величину напряжения  $U_{ВЫХ} = U_2/2$ . Определить величины токов базы и коллектора в точке покоя;

в) определить экспериментально максимальную амплитуду неискаженного выходного синусоидального напряжения  $U_{ВЫХ.m}$  и уточнить положение точки покоя. Плавно увеличивайте амплитуду переменного входного сигнала регулятором амплитуды функционального генератора до появления видимого уплощения вершин синусоиды выходного напряжения. Вершины положительной и отрицательной полуволн должны уплощаться одновременно. Если этого не происходит, необходимо подстроить базовый ток покоя транзистора изменением положения потенциометра  $RP1$ . С помощью осциллографа определите максимальную амплитуду неискаженного выходного сигнала синусоидального напряжения  $U_{ВЫХ.m}$ .

Скопировать на электронный носитель (в дальнейшем эти осциллограммы вставить в отчет) осциллограммы выходного напряжения с искажениями и без них. Определите масштабы осциллограмм по напряжению и по времени;

г) исследовать экспериментально влияние положения точки покоя на форму выходного сигнала. Для этого вновь установите оптимальную рабочую точку транзистора (п. 4.3.б) и максимальную амплитуду синусоидального неискаженного выходного



напряжения  $U_{\text{ВЫХ.м}}$ . Зарисовать кривые выходного напряжения при изменении тока базы на  $\pm 50\%$  от оптимума, при этом изменять амплитуду входного сигнала не следует;

д) определить коэффициент усиления каскада по напряжению  $k_u$  в классе *A*. Добиться максимального синусоидального сигнала на выходе каскада. С помощью осциллографа измерить амплитуды выходного  $U_{\text{ВЫХ.м}}$  и входного  $U_{\text{ВХ.м}}$  напряжений на базе и коллекторе транзистора. Определить коэффициент усиления как  $k_u = U_{\text{ВЫХ.м}}/U_{\text{ВХ.м}}$ ;

е) определить амплитуду выходного сигнала (полуволны) в классе *B*. Для этого с помощью потенциометра *RP1* установить ток базы транзистора, равный нулю, регулируя амплитуду входного сигнала, добиться максимальной неуплощенной полуволны выходного напряжения, скопировать на электронный носитель осциллограмму выходного сигнала. Если длительность полуволны меньше полупериода, увеличьте ток базы транзистора и, изменяя переменный входной сигнал, добейтесь воспроизведения усилителем примерно половины неискаженного синусоидального напряжения и максимальной амплитудой. Уменьшите переменный входной сигнал до нуля и запишите входной постоянный ток базы, который пришлось установить в точке покоя, чтобы не было искажений. Эта рабочая точка соответствует классу *AB*;

ж) исследовать работу транзистора в ключевом режиме (класс *D*). Установите  $I_B=0$  и увеличьте амплитуду входного синусоидального напряжения до перехода транзистора в ключевой режим. Скопируйте полученные осциллограммы на электронный носитель;

з) определите ток коллектора и напряжение на коллекторе на постоянном токе в двух точках: отсечки и насыщения. Для этого установите амплитуду входного сигнала, равной нулю. При помощи потенциометра *RP1* установите нулевой ток базы (режим отсечки) и максимальный ток базы (режим насыщения). По приборам определите ток и напряжение коллектора в двух режимах. Выключите модуль.

#### 4.4. Содержание отчета

- а) наименование и цель работы;
- б) принципиальные электрические схемы для выполненных экспериментов;
- в) результаты экспериментальных исследований и проведенных по ним расчетов, помещенные в соответствующие таблицы;
- г) экспериментально снятые и построенные характеристики;
- д) обработанные осциллограммы;
- е) выводы по работе.

#### 4.5. Контрольные вопросы

- 1) Каков принцип действия БТ
- 2) Какие существуют схемы включения БТ?
- 3) Какова полярность постоянных напряжений, прикладываемых к БТ *n-p-n* типа при различных схемах включения?
- 4) Как выглядят входные и выходные статические характеристики в схеме с ОЭ?
- 5) Что такое статическая характеристика прямой передачи по току? Как ее построить? Как она видоизменяется при наличии нагрузки? Как ее снять?
- 6) Как определить статический коэффициент передачи транзистора по току?
- 7) Как снять статические выходные характеристики?

- 8) Как построить линию нагрузки?
- 9) Как выбирается точка покоя в классах  $A$ ,  $AB$ ,  $B$ ,  $D$ ?
- 10) Нарисуйте схему усилительного каскада с ОЭ.
- 11) Каково назначение элементов усилителя?
- 12) Как определить коэффициент усиления каскада по току и напряжению (графически и экспериментально)?
- 13) Что такое область активного усиления, насыщения, отсечки?
- 14) Что такое ключевой режим?
- 15) Каковы преимущества ключевого режима?
- 16) Как определить ток коллектора и напряжение на нем в режимах отсечки и насыщения?

### ***Типовые методические указания к практическим работам***

#### **ПРИМЕРЫ**

#### *Практическая работа №1*

### **ПАССИВНЫЕ ИНТЕГРИРУЮЩИЕ И ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИЕ ЦЕПИ**

Цель работы: исследование электрических процессов при прохождении сигналов различной формы через дифференцирующие и интегрирующие цепи.

#### **1.1 Теоретические сведения**

При подаче на вход линейной цепи синусоидального напряжения на всех ее элементах также будет синусоидальное напряжение. Если же на входе линейной цепи, содержащей частотно-зависимые элементы, действует напряжение, представляющее собой сумму гармоник различных частот, то форма напряжения на ее элементах не повторяет форму входного напряжения. Это объясняется тем, что гармоники входного напряжения по-разному пропускаются этой цепью. Данное свойство используется при формировании импульсов с помощью линейных цепей. Свойства линейных цепей с частотно-зависимыми элементами используются при построении дифференцирующих и интегрирующих цепей.

В дифференцирующей цепи (рис. 1.1, а) выходной сигнал пропорционален производной входного сигнала. Интегрирующая цепь (рис. 1.1, б) является четырехполюсником, сигнал на выходе которого изменяется пропорционально интегралу входного сигнала.

Одну и ту же цепь можно исследовать различными методами. Наиболее часто используют переходную и частотную характеристики цепи, так как они описывают одни и те же физические свойства линейной системы и существенно дополняют друг друга.

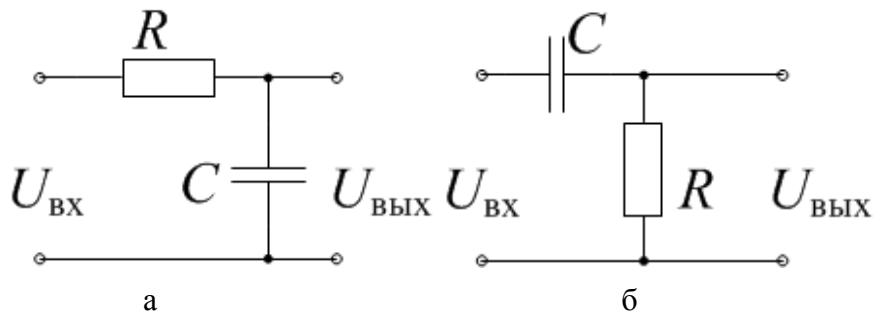


Рис.1.1. Схемы интегрирующей (а) и дифференцирующей (б) цепей

На рис. 1.2 показаны амплитудно-частотные (АЧХ)  $k(\omega)$  и фазочастотные (ФЧХ)  $\varphi(\omega)$  характеристики интегрирующей и дифференцирующей цепей. Если считать граничной частотой пропускания цепи ту частоту, на которой  $k(\omega)$  уменьшается в  $\sqrt{2}$  раз (0,7 от первоначального значения), то она связана с постоянной времени цепи соотношением  $\omega = 1/\tau$ , где  $\tau = RC$  – постоянная времени цепи.

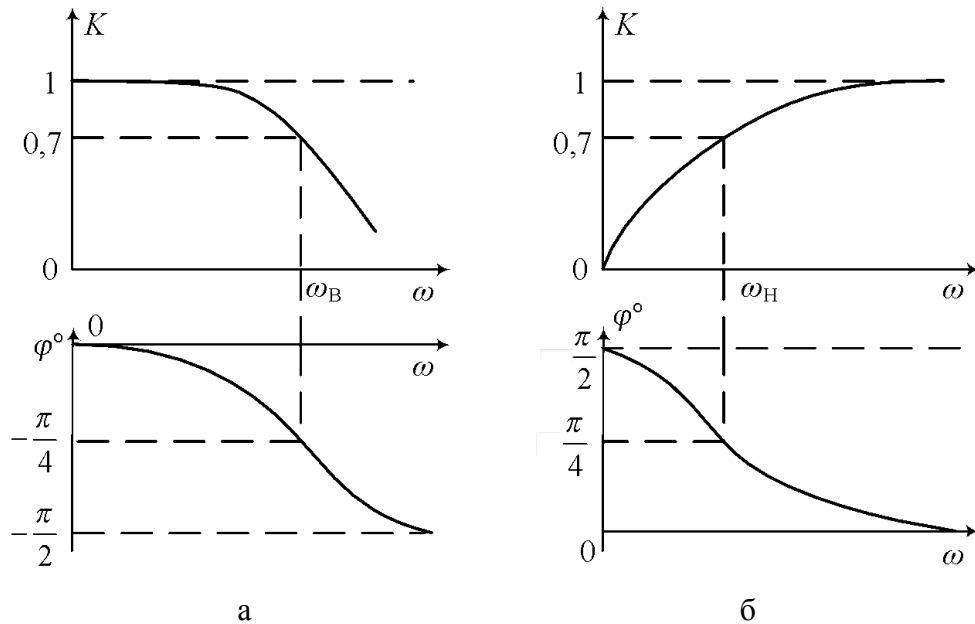


Рис.1.2. Амплитудно- и фазочастотные характеристики интегрирующей (а) и дифференцирующей (б) цепей

Значение  $\tau$  можно определить по переходной характеристике  $RC$ -цепей (см. рис. 1.2). Интегрирующая цепь имеет характеристику фильтра низких частот, дифференцирующая – фильтра высоких частот.

## 1.2. Порядок выполнения работы

Для исследований используется программа схемотехнического моделирования Multisim.

1) На рабочем столе программного пакета составить схему интегрирующей цепочки,  $R = 1$  кОм,  $C = 1$  мкФ. В качестве источника сигналов использовать

многофункциональный генератор, характеристики цепей определять с помощью осциллографа и Бод-плоттера (рис. 1.3). Определить логарифмические амплитудно- и фазочастотные (ЛАЧХ и ЛФЧХ) характеристики цепи.

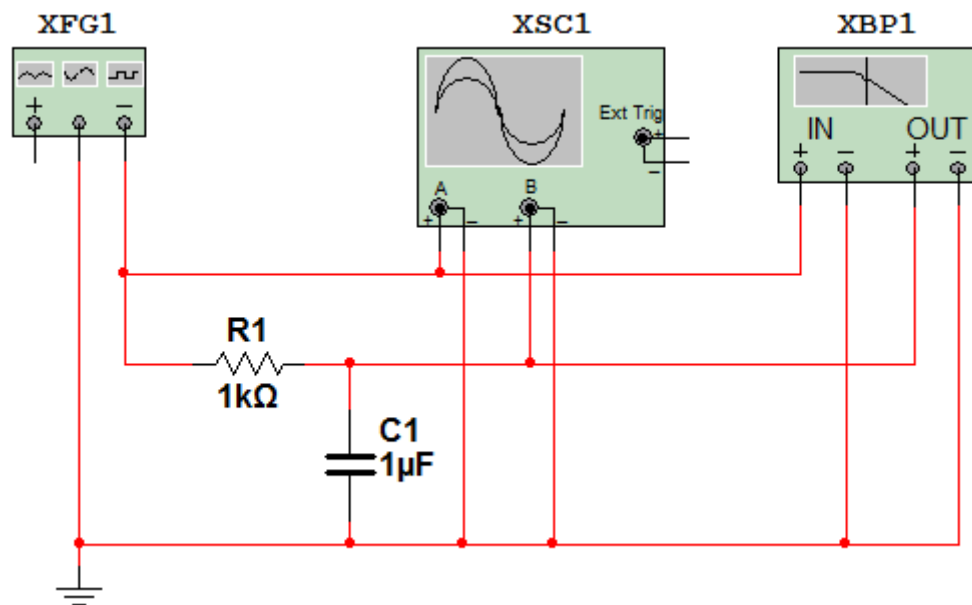


Рис. 1.3. Схема исследования характеристик интегрирующей цепи

2) Аналогично п. 1 снять ЛАЧХ и ЛФЧХ дифференцирующей цепи для тех же параметров элементов. Данные п. 1 и 2 скопировать в отчет.

3) По экспериментальным графикам определить значения частот  $\omega_n$  и  $\omega_b$ , рассчитать постоянные времени цепей  $\tau_{\text{экс}} = 1/\omega$ . Затем вычислить величину постоянных времени цепей  $\tau_{\text{расч}} = RC$ .

Сравнить экспериментальные и теоретические результаты.

4) Исследовать переходные характеристики интегрирующей цепи. Для этого на вход цепи подавать с многофункционального генератора прямоугольные импульсы амплитудой 1 В, периодом колебаний 6 мс, длительностью 3 мс. Зарисовать форму выходных импульсов. По осциллограмме определить постоянную времени цепи в соответствии с рис. 1.2. сравнить полученную величину с результатами расчетов п. 3.

5) Аналогично п. 4 исследовать переходные характеристики дифференцирующей цепи.

6) Составить схему полосно-пропускающего фильтра (ППФ) (рис. 1.4, а). С помощью Бод-плоттера определить логарифмические амплитудно- и фазочастотные (ЛАЧХ и ЛФЧХ) характеристики цепи. По графику ЛАЧХ определить центральную частоту пропускания  $f_0$ .

7) Исследовать переходные характеристики ППФ. Для этого на вход цепи подавать с многофункционального генератора прямоугольные импульсы амплитудой 1 В с частотами  $f=0,5 \cdot f_0, f=f_0, f=5 \cdot f_0$ . Зарисовать форму выходных импульсов.

8) Составить схему полосно-заграждающего фильтра (ПЗФ) (рис. 1.4, б). С помощью Бод-плоттера определить логарифмические амплитудно- и фазочастотные (ЛАЧХ и ЛФЧХ) характеристики цепи. По графику ЛАЧХ определить центральную частоту подавления  $f_0$ .

7) Исследовать переходные характеристики ПЗФ. Для этого на вход цепи подавать с многофункционального генератора прямоугольные импульсы амплитудой 1 В с частотами  $f=0,5 \cdot f_0, f=f_0, f=5 \cdot f_0$ . Зарисовать форму выходных импульсов.

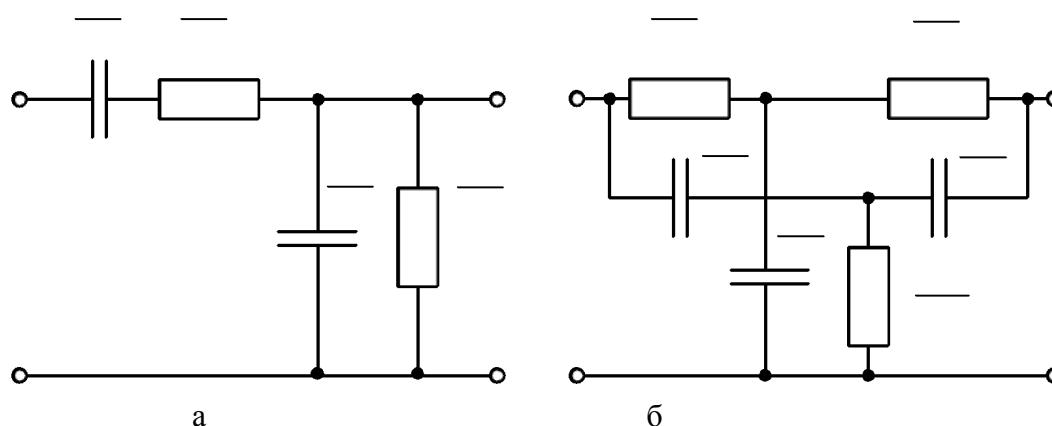


Рис. 1.4. Схемы полосно-пропускающего (а) и полосно-заграждающего (б) фильтров

### 1.3. Содержание отчета

- 1) Схемы исследования характеристик интегрирующей и дифференцирующей цепей, ППФ и ПЗФ.
- 2) ЛАЧХ и ЛФЧХ интегрирующей и дифференцирующей цепей, ППФ и ПЗФ.
- 3) Экспериментальные и расчетные значения  $\omega_H, \omega_B$  и  $\tau$ .
- 4) Переходные характеристики интегрирующей и дифференцирующей цепей, ППФ и ПЗФ.
- 5) Выводы по результатам исследований.

### 1.4. Контрольные вопросы

- 1) Объясните процессы, происходящие в дифференцирующей и интегрирующей цепях при воздействии на них прямоугольных импульсов.
- 2) Как изменяется форма напряжения на выходе дифференцирующей и интегрирующей цепей при изменении сопротивления, емкости цепи, длительности, периода повторения и амплитуды импульсов на входе?
- 3) Как изменятся виды ЛАЧХ и ЛФЧХ при изменении сопротивления и емкости цепи?

## Практическая работа №2

### ВЫПРЯМИТЕЛИ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДАХ

Цель работы: экспериментальное исследование параметров и характеристик выпрямителей.

## 2.1. Теоретические сведения

Выпрямители, предназначенные для питания потребителей малой и средней мощности, выполняются в виде одно- и двухполупериодных схем (рис. 2.1).

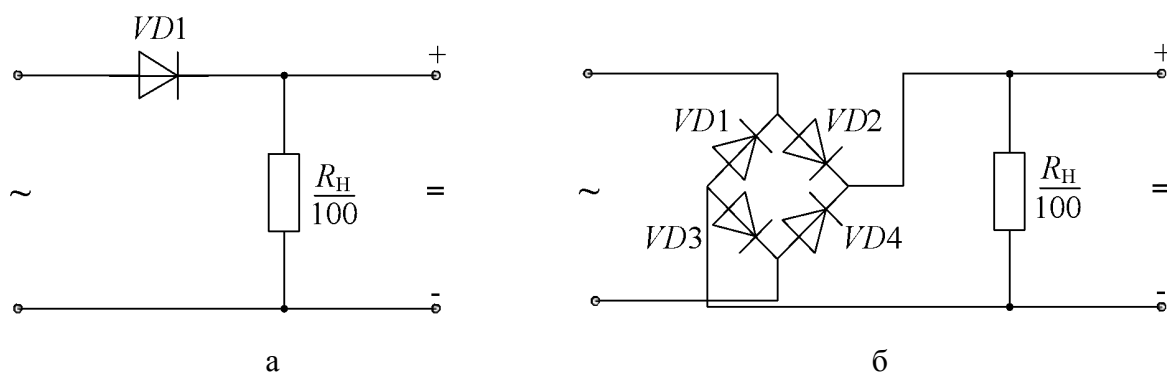


Рис. 2.1. Одно- (а) и двухполупериодные (б) выпрямители

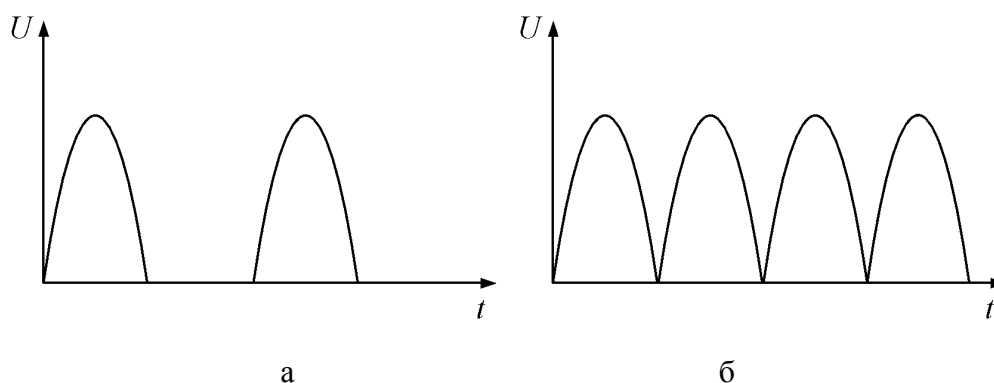


Рис. 2.2. Выходные сигналы одно- (а) и двухполупериодного (б) выпрямителей

Для уменьшения амплитуды колебаний выходного напряжения используются сглаживающие фильтры, при этом форма выходного напряжения (для двухполупериодного выпрямителя) показана на рис. 2.3. Эффективность фильтра оценивается амплитудой пульсаций выходного напряжения  $\Delta U$  и коэффициентом пульсаций, равным отношению амплитуды пульсаций к действующему значению выходного напряжения:  $q_\phi = \Delta U / U_{д.}$

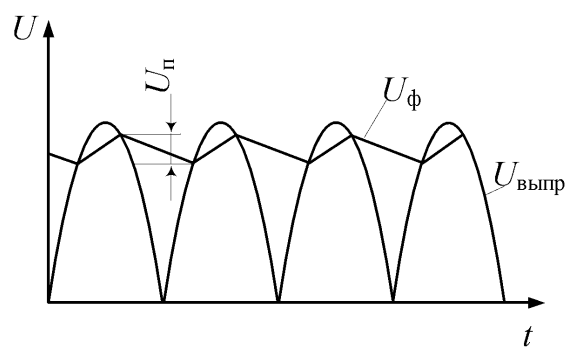


Рис. 2.3. Форма входного и выходного напряжения сглаживающего фильтра

## 2.2. Порядок выполнения работы

1) Исследовать работу однополупериодного выпрямителя. Для этого собрать схему, представленную на рис. 2.4. На вход выпрямителя с генератора подавать синусоидальный сигнал напряжением 2 В и частотой 100 Гц. Пронаблюдать выходной сигнал с помощью осциллографа. Записать амплитудные значения входного и выходного напряжения выпрямителя.

2) Исследовать работу однополупериодного выпрямителя со сглаживающим фильтром. Для этого собрать схему, приведенную на рис. 2.5, установить  $C = 0,1$  мкФ,  $R = 10$  кОм. Зарисовать осциллограмму выходного напряжения (пульсации) при том же входном сигнале.

3) Исследовать влияние емкости конденсатора на величину пульсаций выходного напряжения. Установить  $R = 3,3$  кОм. Определить величину пульсаций для емкостей, равных 0,1; 1; 10; 33; 100 мкФ. Результаты занести в табл. 2.1, по этим данным построить график зависимости амплитуды пульсации от емкости конденсатора фильтра.

4) Исследовать влияние сопротивления нагрузки на величину пульсации выходного напряжения. Установить  $C = 100$  мкФ. Определить величину пульсаций для сопротивлений, равных 0,5; 1; 10 кОм. Результаты занести в табл. 2.1, построить зависимость амплитуды пульсаций от сопротивления нагрузки.

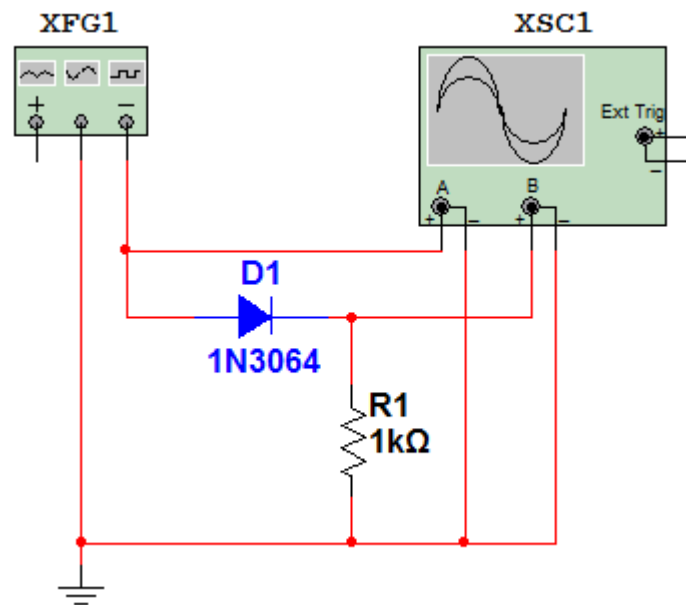


Рис. 2.4. Схема исследований параметров однополупериодного выпрямителя

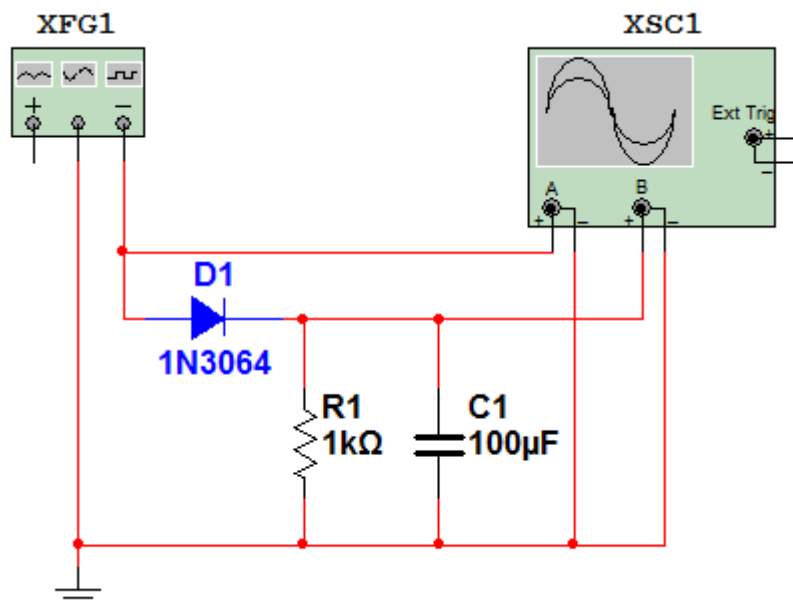


Рис. 2.5. Схема однополупериодного выпрямителя со сглаживающим фильтром

5) Ознакомиться с работой двухполупериодного выпрямителя. Для этого собрать схему, изображенную на рис. 2.6. На вход выпрямителя подавать с генератора синусоидальный сигнал напряжением 5 В и частотой 50 Гц. Зарисовать осциллограмму выходного напряжения.

Таблица 2.1. Зависимость амплитуды пульсаций от  $C$  и  $R_n$

$R = 3,3 \text{ кОм}$					
$C, \text{ мкФ}$	0,1	1	10	33	100
$U_{\text{п}}$					
$C = 100 \text{ мкФ}$					
$R, \text{ кОм}$	0,1	0,5	1	10	100
$U_{\text{п}}$					

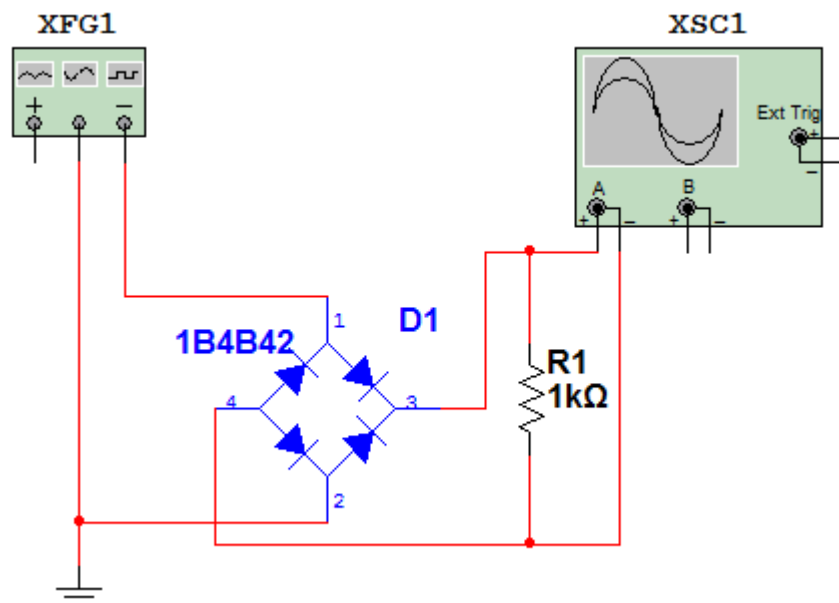


Рис. 2.6. Схема исследования двухполупериодного выпрямителя

6) Исследовать влияние емкости конденсатора на величину пульсаций выходного напряжения двухполупериодного выпрямителя. Для этого параллельно сопротивлению нагрузки подключить конденсатор емкостью 10 мкФ. С помощью осциллографа измерить амплитуду пульсаций. Зарисовать осциллограмму выходного сигнала.

### 2.3. Содержание отчета

- 1) Схемы исследования выпрямителей.
- 2) Результаты вычислений.



- 3) Временные диаграммы.
- 4) Графики зависимости амплитуды пульсаций от емкости фильтрующего конденсатора и сопротивления нагрузки.
- 5) Выводы по результатам исследований.

#### **2.4. Контрольные вопросы**

- 1) Разновидности диодов.
- 2) Основные характеристики и параметры диодов.
- 3) Влияние материала  $p-n$  перехода и его температуры на работу диодов.
- 4) Принцип работы и основные параметры выпрямителей.

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

1. Основы теории линейных электрических цепей. Закону Ома, Кирхгофа, Джоуля-Ленца.
2. Цепи переменного тока.
3. Трехфазные цепи.
4. Переходные процессы в электрических цепях.
5. Электроника и схемотехника. Основные направления.
6. Основные понятия линейных электрических цепей. Атенюаторы. Идеальные и реальные источники напряжения. Источники тока.
7. Электрические сигналы. Разновидности, параметры. Характеристики.
8. Пассивные фильтры низких частот.
9. Пассивные фильтры высоких частот.
10. Пассивные полосовые и режекторные фильтры.
11. Полупроводниковые диоды. Параметры, характеристики. Разновидности.
12. Выпрямительные диоды. Выпрямление переменных сигналов с помощью диодов.
13. Стабилитроны. Параметры, характеристики. Применение.
14. Оптоэлектронные приборы. Разновидности. Параметры, характеристики. Применение.
15. Тиристоры. Разновидности. Параметры, характеристики. Применение.
16. Биполярные транзисторы. Принцип работы БТ. Три схемы включения БТ.
17. Параметры и характеристики БТ. Режимы работы БТ.
18. Усилитель на БТ с общим эмиттером.
19. Методы задания точки покоя транзисторного каскада с общим эмиттером.
20. Отрицательная обратная связь в усилителях на транзисторах.
21. Режимы усиления транзисторов в усилительных каскадах.
22. Эмиттерный повторитель.
23. Полевые транзисторы. Принцип действия. Разновидности, параметры, характеристики.
24. Операционные усилители. Параметры, характеристики.
25. Применение ОУ.
26. Усилители электрических сигналов. Разновидности, параметры, характеристики.
27. Обратные связи в усилителях.
28. Усилители мощности с комплементарными транзисторами.
29. Дифференциальный УПТ.
30. Источники вторичного электропитания РЭА.
31. Стабилизаторы напряжения. Разновидности. Параметры.
32. Последовательные компенсационные стабилизаторы напряжения.
33. Импульсные стабилизаторы напряжения.

34. Обратные импульсные стабилизаторы напряжения.
35. Генераторы гармонических сигналов. Разновидности. Условия возбуждения колебаний.
36. RC-генераторы гармонических колебаний.
37. Генераторы прямоугольных колебаний.
38. Одновибраторы.
39. Генераторы с кварцевой стабилизацией частоты.
40. Цифровые сигналы. Характеристики и параметры логических элементов.
41. Транзисторно–транзисторная логика (ТТЛ).
42. Логика на основе комплементарных ключей на МОП-транзисторах (КМОП)
43. Шифраторы
44. Дешифраторы
45. Мультиплексоры
46. Демультиплексоры
47. Сумматоры
48. Вычитатели
49. Цифровые компараторы
50. Перемножители
51. RS-триггеры
52. JK-триггеры
53. D-триггеры. T-триггеры.
54. Счетчики.
55. Реверсивные счетчики.
56. Разновидности регистров. Параллельные регистры.
57. Сдвиговые регистры.
58. Реверсивные регистры.
59. ПЛИС. Общие понятия. Разновидности.
60. Программируемые логические матрицы (PLA).
61. Программируемая матричная логика (PAL), базовые матричные кристаллы (GA).
62. Программируемые вентиляционные матрицы (FPGA). Программируемые коммутируемые матричные блоки (CPLD)
63. Программируемые аналоговые интегральные схемы (FPAА)
64. ПЛИС типа «система на кристалле» (SoC).
65. ЦАП. Общие положения. Погрешности ЦАП.
66. ЦАП с суммированием токов.
67. ЦАП типа R-2R.
68. Сегментированные ЦАП.
69. Цифровые потенциометры. ЦАП прямого цифрового синтеза.
70. АЦП. Общие положения. Параметры АЦП. Погрешности АЦП.
71. Разновидности АЦП. Параллельные АЦП.
72. АЦП поразрядного уравнивания.
73. Конвейерные АЦП.
74. Дельта-сигма АЦП.

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

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии)	Пятибалльная шкала (академиче	Двухбалльная	БРС, % освоения (рейтин
--------	--------------------------------	---	-------------------------------	--------------	-------------------------

		оценки сформированности)	ская) оценка	шкала , зачет	говая 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. Водовозов, А. М. Основы электроники : учебное пособие / А. М. Водовозов. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 140 с. - ISBN 978-5-9729-0346-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1053394>. – Режим доступа: по подписке.
2. Алехин, В. А. Электротехника, электроника и схемотехника. Лабораторный практикум в облачной среде схемотехнического проектирования TINACloud : учебное пособие пособие для вузов / В. А. Алехин. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2022. - 216 с. - ISBN 978-5-9912-0631-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2150481>. – Режим доступа: по подписке.
3. Пуховский, В. Н. Электротехника, электроника и схемотехника. Модуль «Цифровая схемотехника»: учебное пособие / В. Н. Пуховский, М. Ю. Поленов. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Юж. федер. ун-т, 2018. - 1 on-line, 163 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1039797>. - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-9275-3079-3 : Б. ц.

### **Дополнительная литература**

1. Славинский, А. К. Электротехника с основами электроники : учебное пособие / А. К. Славинский, И. С. Туревский. - Москва : ИНФРА-М : ФОРУМ, 2020. - 1 on-line, 448 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1150305>. - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-8199-0747-4 : Б. ц. - Текст : электронный. Электронный учебник: КО = 1
2. Савин, А. А. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебно-методическое пособие / А. А. Савин ; Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2012. - 1 on-line, 12 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.

## 1. Наименование дисциплины: «Проектирование солнечных станций».

Цели дисциплины: ознакомить студентов с принципами работы солнечных станций; обучить методам расчета, проектирования и оптимизации солнечных станций, включая выбор подходящего оборудования и технологий.

## 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-4: Способен инициировать проекты и управлять их реализацией в области своей профессиональной деятельности с учетом инновационного технологического и социально-экономического подходов.</i>	<i>ОПК-4.1: Использует знания теории проектной деятельности на практике для создания проектов и их реализации. ОПК-4.2: Прогнозирует результаты реализации проектов с учетом достижения инновационного технологического и социально-экономического показателей.</i>	<p>Студент, изучивший данный курс, должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основы проектирования в сфере объектов солнечной энергетики;</li><li>- нормативную техническую документацию, в сфере солнечной энергетики;</li><li>- методики проведения технических расчетов;</li><li>- программное обеспечение, применяемое для расчетов, и автоматизированного проектирования объектов солнечной энергетики.</li></ul> <p>Студент должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- производить общие и специальных расчеты согласно общеизвестным методикам в сфере солнечной энергетики;</li><li>- разрабатывать технические задания для разработки разделов проекта солнечной электростанции;</li><li>- разрабатывать проектную и рабочую документацию по разделу «Технологические решения» солнечной электростанций.</li></ul>

		<p>Студент должен владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сбора и анализа технической информации необходимой в процессе проектирования;</li> <li>- работы с технической документацией в сфере проектирования солнечной станции;</li> <li>- работы в системах автоматизированного проектирования и выпуска чертежей со схемами и планами описывающие проектные решения применяемые на проектируемой солнечной электростанции.</li> </ul>
<p><i>ПК-2: Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i></p>	<p><i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства</i></p> <p><i>ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования</i></p> <p><i>ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i></p>	<p>Студент, изучивший данный курс, должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технологический процесс выработки, преобразования и транспортировки; фотоэлектрической энергии на солнечных станциях;</li> <li>- нормативную техническую документацию, в сфере технологии выработки, учета, преобразования и транспортировки фотоэлектрической энергии;</li> <li>- оборудование применяемое в технологическом процессе;</li> <li>- методики проведения технических расчетов по приходу и преобразованию солнечной энергии на фотоэлектрических модулях;</li> </ul> <p>Студент должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- производить специализированные</li> </ul>

		<p>расчеты, по общеизвестным методикам, необходимые для оценки и определения характеристик оборудования и технологического процесса;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать эффективные технологические схемы;</li> <li>- подбирать и проверять оборудование согласно характеристикам принятой технологической схемы;</li> <li>- обосновывать показатели и характеристики принятых технологических процессов и оборудования;</li> </ul> <p>Студент должен владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работы с технической документацией в области технологического процесса производства на солнечной станции</li> <li>- выбора и проверки технологического оборудования в рамках разработанной технологической схемы.</li> </ul>
--	--	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Проектирование солнечных станций» представляет собой дисциплину Б1.В.ДВ.01.03.02 модуля по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Солнечная энергетика и возобновляемые ресурсы".

### 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>Солнечные станции. Потенциал использования солнечного излучения для солнечных станций</i>	<i>1. Потенциал использования солнечной энергии. 2. Перспективы роста солнечной энергетики в мире. 3. Виды и типы Солнечных станций. 4. Стоимостные показатели различных типов Солнечных станций. 5. Солнечные водонагревательные станции. 6. Оптимальные углы наклона приемника солнечного излучения.</i>
2	<i>Фотоэлектрический модуль и устройства отбора мощности</i>	<i>1. ФЭМ и его характеристики. 2. Обходные диоды. 3. Деградация ФЭМ. 4. Контроллеры отбора мощности от фотоэлектрических модулей.</i>
3	<i>Оборудование фотоэлектрических систем</i>	<i>1. Преобразователи постоянного тока. 2. Инверторы. 3. Многофункциональные инверторы. 4. Трансформатор. 5. Распределительные устройства низкого и высокого напряжения. 6. Оборудование систем метеостанции и мониторинга.</i>

4	<i>Структура и классификация фотоэлектрических систем. Защита и заземление.</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация ФЭС.</li> <li>2. Формирования массивов. Шунтирующие и блокирующие диоды.</li> <li>3. Конфигурация сетевых ФЭС.</li> <li>4. Коммутационные аппараты и аппараты защиты, применяемые на фотоэлектрических станциях.</li> <li>5. Вопросы заземления на фотоэлектрических станциях.</li> </ol>
5	<i>Основы проектирования. Проект. Проектная документация</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проект как организационный, рабочий процесс и проект как документация;</li> <li>2. Отличия проектной документации от рабочей документации;</li> <li>3. Разделы проектной документации и их составы;</li> <li>4. Какое обозначение и шифры используют при подготовке проектной документации;</li> <li>5. Раздел инженерные системы объекта.</li> </ol>
6	<i>Основы проектирования. Проектная и рабочая документация</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разделы проектной документации и их составы.</li> <li>2. Рабочая документация. Структура построения рабочей документации.</li> <li>3. Система проектной документации для строительства (СПДС) и единая система конструкторской документации (ЕСКД).</li> <li>4. Общие правила выполнения документации.</li> <li>5. Нормативная база.</li> </ol>
7	<i>Проектирование солнечной станции (часть 1)</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Факторы определяющие конфигурации солнечной станции.</li> <li>2. Принципиальные схемы технологических процессов производства и распределения электроэнергии на солнечной станции.</li> </ol>
8	<i>Проектирование солнечной станции (часть 2)</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Технологическое оборудование.</li> <li>2. Инфраструктурные объекты.</li> <li>3. Защита и безопасность.</li> <li>4. Планировочная организации земельного участка и корпусов.</li> <li>5. Передача электроэнергии.</li> <li>6. Экономические показатели.</li> </ol>

		<p>7. Формирование текстовой части (пояснительной записки) раздела ТР.</p> <p>8. Формирование графической части (чертежей) раздела «Технологические решения».</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: Солнечные станции. Потенциал использования солнечного излучения для солнечных станций.*

*Тема 2: Фотоэлектрический модуль и устройства отбора мощности.*

*Тема 3: Оборудование фотоэлектрических систем*

*Тема 4: Структура и классификация фотоэлектрических систем. Защита и заземление.*

*Тема 5: Основы проектирования. Проект. Проектная документация.*

*Тема 6: Основы проектирования. Проектная и рабочая документация*

*Тема 7: Проектирование солнечной станции (часть 1)*

*Тема 8: Проектирование солнечной станции (часть 2)*

Рекомендуемая тематика практических занятий:

*Тема 1: Оценка прихода солнечного излучения на наклонную поверхность.*

*Тема 2: Расчет среднемесячной выработки электроэнергии на единичную площадь фотоэлектрического модуля.*

*Тема 3. Разработка блок-схемы производства электроэнергии на фотоэлектрической станции.*

*Тема 3: Оформление текстовой части проектной и рабочей документации*

*Тема 4. Оформление графической части проектной и рабочей документации*

*Тема 6. Разработка структурных, принципиальных, электрических однолинейных схем фотоэлектрических станций.*

*Тема 7. Разработка технологической схемы планировочной организации земельного участка.*

*Тема 8. Подготовка основного комплекта чертежей рабочей документации раздела «Технология производства» солнечной электростанции.*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам.*

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: Солнечные станции. Потенциал использования солнечного излучения для солнечных станций.</i>	<i>ОПК-4 ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 2: Фотоэлектрический модуль и устройства отбора мощности.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 3: Оборудование фотоэлектрических систем</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 4: Структура и классификация фотоэлектрических систем. Защита и заземление.</i>	<i>ОПК-4 ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 5: Основы проектирования. Проект. Проектная документация.</i>	<i>ОПК-4 ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 6: Основы проектирования. Проектная и рабочая документация</i>	<i>ОПК-4 ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 7: Проектирование солнечной станции (часть 1)</i>	<i>ОПК-4 ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 8: Проектирование солнечной станции (часть 2)</i>	<i>ОПК-4 ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Разработка и подготовка основного комплекта чертежей рабочей документации раздела «Технология производства» солнечной электростанции.</i>	<i>ОПК-4 ПК-2</i>	<i>Рабочей документации раздела «Технология производства» солнечной электростанции</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. Оценка прихода солнечного излучения на наклонную поверхность.
2. Расчет среднемесячной выработки электроэнергии на единичную площадь фотоэлектрического модуля.
3. Разработка блок-схемы производства электроэнергии на фотоэлектрической станции.
4. Оформление текстовой и графической части проектной и рабочей документации
5. Разработка структурных, принципиальных, электрических однолинейных схем фотоэлектрических станций.
6. Выбор и проверка оборудования согласно характеристикам принятой технологической схемы;
7. Разработка технологической схемы планировочной организации земельного участка.
8. Подготовка основного комплекта чертежей рабочей документации раздела «Технология производства» солнечной электростанции.

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

*Примерный перечень вопросов к зачету:*

1. Что такое проект и проектирование. Этапы проектирования.
2. Проектная документация. Разделы проектной документации и их состав.
3. Подраздел "Система электроснабжения" проектной документации согласно постановлению правительства РФ №87.
4. Раздел 6 «Технологические решения», согласно постановлению правительства РФ №87, применительно к солнечным электрическим станциям (СЭС).
5. Рабочая документация. Основные марки рабочих чертежей.
6. Общие правила выполнения документации. Система проектной документации для строительства (СПДС), Единая система конструкторской документации (ЕСКД).
7. Основные виды нормативных документов. Наиболее востребованные нормативные документы при проектировании Солнечной электростанции.
8. Оптимальные углы наклона приемника солнечного излучения. Определение оптимальных углов наклона приемника СИ.
9. Виды и типы солнечных электростанций.
10. Солнечные водонагревательные станции.
11. Классификация фотоэлектрических станций.
12. Формирование фотоэлектрической батареи в составе СЭС.
13. Сетевые фотоэлектрические станции и их конфигурации.
14. Системы накопления энергии в составе СЭС.
15. Коммутационные аппараты и аппараты защиты, применяемые на СЭС.
16. Вопросы заземления на СЭС.
17. Система мониторинга на СЭС.
18. ФЭМ и его характеристики.
19. Обходные и блокирующие диоды фотоэлектрических модулей и батарей.
20. Вопросы деградации фотоэлектрических модулей.
21. Отбор мощности от фотоэлектрических модулей. Устройства отбора мощности.
22. Преобразователи постоянного тока (DC-DC преобразователи). Типовые схемные решения.
23. Инверторы.
24. Определяющие факторы конфигурации солнечной станции в процессе проектирования сетевой СЭС.
25. Определяющие факторы конфигурации солнечной станции в процессе проектирования автономной СЭС.
26. Принципиальные схемы технологических процессов производства и распределения электроэнергии на солнечной станции.
27. Инвертор. Выбор инвертора.
28. Контроллер отбора мощности. Выбор контроллера отбора мощности.
29. Преобразователь постоянного тока. Выбор преобразователя тока.
30. Телемеханика на проектируемой СЭС.
31. Инфраструктурные объекты на СЭС.
32. Планировочная организации земельного участка и корпусов при проектировании СЭС.
33. Передача и распределение электроэнергии на СЭС.
34. Текстовая часть раздела технологические решения при проектировании проектной и рабочей документации.
35. Графическая часть раздела технологические решений при проектировании проектной и рабочей документации.
36. Этапы процесса проектирования стадии П раздела "Технологические решения" (Шифр ТР) и стадии Р "Технология производства" (Марка ТХ) солнечных электростанций.

**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. Кашкаров, А. П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции : практическое руководство / А. П. Кашкаров. - 2-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 145 с. - ISBN 978-5-89818-375-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2103611>
2. Патрушева, Т. Н. Технологии изготовления компонентов оксидных солнечных батарей/ПатрушеваТ.Н. - Краснояр.: СФУ, 2015. - 328 с.: ISBN 978-5-7638-3161-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549646>. – Режим доступа: по подписке.

### **Дополнительная литература**

Полисан, А. А. Материалы и элементы электронной техники. Тонкопленочные многослойные структуры и солнечные элементы на основе гидрогенизированного аморфного и нанокристаллического кремния : учебное пособие / А. А. Полисан. - Москва : ИД МИСиС, 2007. - 17 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1226617>. – Режим доступа: по подписке.

## **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.
- *NanoCAD, Компас.*

## **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: «Физика полупроводников и полупроводниковых приборов».

Цель дисциплины заключается в освоении основных принципов и теорий физики полупроводников, а также их применения в разработке и проектировании полупроводниковых приборов. Эта дисциплина позволит студентам углубить свои знания о свойствах полупроводниковых материалов, изучить процессы переноса заряда, электронную структуру полупроводников и работу приборов, основанных на полупроводниках

## 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследований и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	<p>Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- процессы переноса заряда в полупроводниках таких как диффузия и дрейф;</li><li>- основные методы проектирования и моделирования полупроводниковых приборов.</li></ul> <p>Студент должен <b>уметь</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- проектировать и моделировать полупроводниковые приборы с использованием специального программного обеспечения</li><li>- интерпретировать и проводить эксперименты для изучения характеристик полупроводников и полупроводниковых приборов.</li></ul> <p>Студент должен <b>владеть</b> навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- работы в команде и совместного проведения исследований и разработок полупроводниковых приборов.</li></ul>

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика полупроводников и полупроводниковых приборов» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Тема 1. Основы полупроводниковой физики</i>	- Кристаллическая решетка и структура полупроводников. - Электронная структура полупроводников. - Теория зон и запрещенных зон.
2	<i>Тема 2. Перенос заряда в полупроводниках</i>	- Диффузия и дрейф электронов и дырок. - Плавающая зона и электронный газ. - Механизмы рассеяния и проводимость полупроводников.
3	<i>Тема 3. Легирование полупроводников</i>	Различные методы легирования и их влияние на свойства полупроводников. - Типы легирования: донорное и акцепторное. - Регулирование электрических характеристик полупроводников
4	<i>Тема 4. Полупроводниковые приборы</i>	- Основные принципы работы диодов, транзисторов и фотодиодов. - Структуры и разновидности полупроводниковых приборов. - Проектирование и моделирование полупроводниковых приборов
5	<i>Тема 5. Фотоника и оптоэлектроника</i>	- Фотонные процессы в полупроводниках.

		- Фотодетекторы и фотокатоды. - Солнечные батареи и светодиоды
6	Тема 6. Наноструктуры и новые материалы	- Наноматериалы и их свойства в полупроводниковой физике. - Квантовые точки и полупроводниковые нанопровода. - Зонная структура в наномасштабных полупроводниковых системах.

## 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. Основы полупроводниковой физики  
Тема 2. Перенос заряда в полупроводниках  
Тема 3. Легирование полупроводников  
Тема 4. Полупроводниковые приборы  
Тема 5. Фотоника и оптоэлектроника  
Тема 6. Наноструктуры и новые материалы

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1. Основы полупроводниковой физики  
Тема 2. Перенос заряда в полупроводниках  
Тема 3. Легирование полупроводников  
Тема 4. Полупроводниковые приборы  
Тема 5. Фотоника и оптоэлектроника  
Тема 6. Наноструктуры и новые материалы  
Тема 1. Основы полупроводниковой физики  
Тема 2. Перенос заряда в полупроводниках  
Тема 3. Легирование полупроводников  
Тема 4. Полупроводниковые приборы  
Тема 5. Фотоника и оптоэлектроника

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:

Тема 1. Основы полупроводниковой физики  
Тема 2. Перенос заряда в полупроводниках  
Тема 3. Легирование полупроводников  
Тема 4. Полупроводниковые приборы  
Тема 5. Фотоника и оптоэлектроника  
Тема 6. Наноструктуры и новые материалы

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

***Тема 1. Основы полупроводниковой физики***

***Тема 2. Перенос заряда в полупроводниках***

***Тема 3. Легирование полупроводников***

***Тема 4. Полупроводниковые приборы***

***Тема 5. Фотоника и оптоэлектроника***

***Тема 6. Наноструктуры и новые материалы***

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 полупроводни-</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 2. Перенос заряда в полупроводниках</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 3. Легирование полупроводников</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 4. Полупроводниковые приборы</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 5. Фотоника и оптоэлектроника</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 6. Наноструктуры и новые материалы</i>	<i>ПК-1</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. Чем отличается проводимость металлов от проводимости полупроводников?
2. Каково значение запрещенной зоны в полупроводниках?
3. Какие процессы переноса заряда происходят в полупроводниках?
4. Что такое легирование полупроводников и как оно влияет на их проводимость?
5. Как работает диод и какие особенности его электрических характеристик?
6. Каковы принципы работы транзистора и какие типы транзисторов существуют?

7. Что такое фотодиод и как он переводит световой сигнал в электрический?
8. Какие материалы используются для изготовления солнечных батарей и как они преобразуют солнечную энергию?
9. Какие фотонные процессы происходят в светодиодах и как они излучают свет?
10. Каковы особенности наноматериалов в полупроводниковой физике и как они используются?

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

1. Опишите структуру кристаллической решетки полупроводников.
2. Что такое запрещенная зона и как она связана с проводимостью полупроводников?
3. Какие типы легирования полупроводников существуют и как они изменяют электрические свойства материала?
4. Какие процессы переноса заряда происходят в полупроводниках и как они влияют на их проводимость?
5. Расскажите о принципах работы диода и его основных характеристиках.
6. Что такое транзистор и какие типы транзисторов существуют?
7. Как фотодиод преобразует световой сигнал в электрический и для чего он используется?
8. Как работают солнечные батареи и как они преобразуют солнечную энергию в электрическую?
9. Какие фотонные процессы происходят в светодиодах и как они излучают свет?
10. Что такое наноматериалы в полупроводниковой физике и как они отличаются от макроскопических материалов?
11. Опишите электронную структуру полупроводников.
12. Какие методы проектирования и моделирования полупроводниковых приборов существуют?
13. Расскажите об особенностях диффузии и дрейфа зарядов в полупроводниках.
14. Какие факторы влияют на проводимость полупроводников?
15. Чем отличаются доноры и акцепторы в легировании полупроводников?
16. Как влияет легирование на электрические характеристики полупроводников?
17. Опишите основные параметры работы диода и транзистора.
18. Как определяется светочувствительность фотодиода и что влияет на ее величину?
19. Расскажите об основных принципах работы солнечных батарей и их эффективности преобразования энергии.
20. Какие методы используются для изготовления наноструктур полупроводников и как это влияет на их свойства?

### 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,</i>	отлично	зачтено	86-100



		решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий			
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессионал ьной деятельности, нежели по образцу с большой степени самостоятель ности 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
Удовлетвори тельный (достаточны 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. Панюшкин, Н. Н. Физика полупроводников и полупроводниковые приборы: Учебное пособие / Панюшкин Н.Н. - Воронеж:ВГЛУ им. Г.Ф. Морозова, 2016. - 131 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/858616>. – Режим доступа: по подписке.

2. Смирнов, В. И. Физика полупроводниковых приборов : учебное пособие / В. И. Смирнов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 212 с. - ISBN 978-5-9729-1241-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2102020>. – Режим доступа: по подписке.

### **Дополнительная литература**

1. Погожих, С. А. Физика. Сборник задач. Электромагнетизм, колебания и волны, оптика, квантовая и ядерная физика : учебное пособие / С. А. Погожих, С. А. Стрельцов. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. - 120 с. - ISBN 978-5-7782-4163-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1868904>. – Режим доступа: по подписке.

### **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: «Накопители электрической энергии».

Цель дисциплины: изучить комплексные, интегрированные решения по накоплению электрической энергии, ее преобразованию и дальнейшему использованию, различные виды накопителей, их достоинства и недостатки.

## 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - виды и эффективность электрических накопителей энергии, теоретические основы и законы функционирования объектов энергетического оборудования на базе электрических источников энергии;  Студент должен <b>уметь</b> : - применять теоретические знания к решению профессиональных задач;  Студент должен <b>владеть</b> навыками: - применения теоретических знаний к решению практических задач;
<i>ПК-2 Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - физические принципы работы компонентов энергетического оборудования на базе электрических накопителей энергии;  Студент должен <b>уметь</b> : - решать базовые практические задачи по расчету энергетических характеристик.  Студент должен <b>владеть</b> навыками: - описания работы энергетических объектов на базе электрических источников энергии и их элементов

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Накопители электрической энергии» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Тема 1. Современные проблемы электрических источников энергии</i>	<i>Энергетические ресурсы и их классификация. Предпосылки развития электрических источников энергии: истощение органических ресурсов, энергетическая безопасность при использовании ресурсов, экологические проблемы использования ресурсов</i>
2	<i>Тема 2. Накопители электрической энергии</i>	<i>Радиотехнические конденсаторы, Ионисторы, Емкостные накопители, Молекулярные накопители, Индуктивные накопители, сверхпроводящие накопители.</i>
3	<i>Тема 3. Проточные редокс-накопители</i>	<i>Принцип работы накопителя. Устройство и принцип работы редокс- накопителя с проточным электролитом. Положительные и отрицательные стороны использования. Современные</i>

		<i>тенденции в производстве и применении</i>
4	<i>Тема 4. Суперконденсаторы</i>	<i>Суперконденсатор. Двухслойный суперконденсатор (ДСК). Схема единичной ячейки ДСК. Характеристики суперконденсаторов. Положительные и отрицательные стороны использования. Современные тенденции применения.</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. Современные проблемы электрических источников энергии*

*Тема 2. Накопители электрической энергии*

*Тема 3. Проточные редокс-накопители*

*Тема 4. Суперконденсаторы*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*Тема 1. Современные проблемы электрических источников энергии*

*Тема 2. Накопители электрической энергии*

*Тема 3. Проточные редокс-накопители*

*Тема 4. Суперконденсаторы*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

*Тема 1. Современные проблемы электрических источников энергии*

*Тема 2. Накопители электрической энергии*

*Тема 3. Проточные редокс-накопители*

*Тема 4. Суперконденсаторы*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

*Тема 1. Современные проблемы электрических источников энергии*

*Тема 2. Накопители электрической энергии*

*Тема 3. Проточные редокс-накопители*

*Тема 4. Суперконденсаторы*

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. Средства измерения давления</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 2. Средства измерения температуры</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 3. Средства измерения уровня</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 4. Средства измерения расхода</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 5. Измерительные преобразователи</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

*Типовые вопросы к опросу:*

- 1. Государственная система приборов*
- 2. Средства измерения давления: общие сведения, жидкостные манометры*
- 3. Деформационные преобразователи давления*
- 4. Электрические средства измерения давления*
- 5. Способы защиты средств измерения давления от воздействия горячих, загрязненных и агрессивных сред.*
- 6. Средства измерения температуры: общие сведения, термометры расширения*
- 7. Термометры дилатометрические и биметаллические*
- 8. Манометрические термометры*
- 9. Пьезоэлектрические термопреобразователи*
- 10. Термоэлектрические преобразователи*

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

1. Введение. Особенности выбора накопителя для систем с ВИЭ.
2. Гидроаккумуляторы..
3. Накопители электрической энергии на основе сжатого воздуха
4. (НЭСВ).
5. Свинцово-кислотные аккумуляторы.
6. Никель-кадмиевые и никель-металлогидридные аккумуляторы.



7. Литий-ионные аккумуляторы.
8. Натрий-серные аккумуляторы.
9. Топливные элементы на водороде
10. Проточные редокс-накопители.
11. Суперконденсаторы.
12. Кинетические накопители (маховики).

#### 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. Коминов, С. В. Метрология, технические измерения и приборы : лабораторный практикум / С. В. Коминов. - Москва : Изд. Дом МИСиС, 2010. - 117 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1243159>. – Режим доступа: по подписке.
2. Ившин, В. П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами : учебник / В.П. Ившин, М.Ю. Перухин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 407 с. : ил. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Специалитет). — DOI 10.12737/1216659. - ISBN 978-5-16-016698-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1893654>. – Режим доступа: по подписке.

#### **Дополнительная литература**

1. Дайнеко, В. А. Технология ремонта и обслуживания электрооборудования : учебник / В. А. Дайнеко. - 2-е изд., стер. - Минск : РИПО, 2020. - 379 с. - ISBN 978-985-7234-43-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1215091>. – Режим доступа: по подписке.
2. Веремеевич, А. Н. Метрология, стандартизация и сертификация. Допуски и посадки. Основы метрологии : курс лекций / А. Н. Веремеевич. - Москва : ИД МИСиС, 2005. - 108 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1246738>. – Режим доступа: по подписке.

### **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/>)
- Solar spectra (<http://rredc.nrel.gov/solar/spectra/>)
- Measurement and Instrumentation Data Center (<http://www.nrel.gov/midc/>)

### **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 вакуумной техники».

Цель дисциплины: овладение студентами знаниями о вакуумных элементах (вакуумные камеры, вакуумные насосы, измерители вакуума, измерители расходов и потоков, течеискатели и т.д.) как составной части измерительных систем, развитие понимания физических основ процессов, протекающих в вакуумных системах, изучение методов и принципов построения вакуумных систем различного типа, принципов их функционирования.

## 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - типа вакуумных установок и их устройство.  Студент должен <b>уметь</b> : - проводить выбор вакуумных систем для достижения поставленных задач.  Студент должен <b>владеть</b> навыками - расчета технологических параметров вакуумных систем.
<i>ПК-2 Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - основы кинетической теории газов; - основные физические процессы, происходящие на поверхностях твёрдых тел; - принципы работы вакуумных приборов: сканирующего электронного микроскопа, сканирующего туннельного микроскопа, масс-спектрометра, установок вакуумного напыления. - принципы проектирования вакуумных систем, основные технологии, используемые при проектировании вакуумных систем; - основные области применения вакуумных систем;  Студент должен <b>уметь</b> :

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- работать за вакуумными приборами: сканирующем электронном микроскопе, сканирующего туннельном микроскопе, масс-спектрометре, установками вакуумного напыления;</li> <li>- работать с приборами, измеряющими давление газов, вакуума;</li> <li>- работать с приборами для создания и поддержания вакуума различной степени;</li> <li>- пользоваться приборами</li> </ul>
--	--	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физические основы вакуумной техники» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Тема 1. Введение.</i>	<i>Вакуум: определение, степени вакуума. Вакуумные системы: принципы проектирования, основные технологии, используемые при проектировании вакуумных систем, требования, предъявляемые к вакуумным системам.</i>
2	<i>Тема 2. Газовые законы.</i>	<i>Агрегатные состояния вещества. Понятие газа. Закон Бойля. Закон Гей-Люссака. Закон Шарля. Основное уравнение состояния идеального газа. Закон Авогадро.</i>
3	<i>Тема 3. Основы кинетической теории газов.</i>	<i>Идеальный газ. Реальный газ. Модели газов. Способы описания идеального и реального газов. Испарение и конденсация.</i>
4	<i>Тема 4. Кинетическая теории газов.</i>	<i>Температурная транспирация. Коэффициенты диффузии и теплопроводности газов.</i>
5	<i>Тема 5. Поток газа.</i>	<i>Общие положения. Турбулентное течение. Ламинарное течение. Молекулярное течение. Быстрота откачки газа. Виды газовых течений. Проводимость отверстий в области вязкого течения. Проводимость трубопроводов в области вязкого течения. Проводимость трубопроводов в переходной области. Температурная зависимость проводимости. Турбулентный поток через трубопровод.</i>
6	<i>Тема 6. Проводимость элементов вакуумной системы.</i>	<i>Проводимость элементов вакуумной системы при последовательном соединении. Проводимость элементов вакуумной системы при параллельном соединении.</i>
7	<i>Тема 7. Физические процессы на поверхности твердых тел.</i>	<i>Газопроницаемость. Адсорбция и термическая десорбция. Испарение и диссоциация газов. Проникновение газа сквозь стенки. Десорбция при электрофизическом воздействии. Термическая десорбция с поверхности. Десорбционный поток с разных поверхностей.</i>
8	<i>Тема 8. Приложение физических законов поверхности в вакуумной технике</i>	<i>Хемосорбция. Коэффициент прилипания. Изотерма адсорбции. Капиллярные силы. Фотоактивация. Электронная и ионная стимуляция. Газовыделение из поверхностей.</i>
9	<i>Тема 9. Измерение давления и потоков газа.</i>	<i>Основные типы манометров. Жидкостные манометры. Теплоэлектрические датчики.</i>

		<p>Электроразрядные манометры. Ионизационные манометры. Емкостные манометры. Способы определения течи в вакуумных системах. Термомассовые расходомеры.</p>
10	Тема 10. Процесс откачки вакуумной системы.	<p>Влияние процесса откачки на физикохимические свойства откачиваемых газов. Типы и конструкции откачивающих систем: Конструкция форвакуумных, струевых, диффузионных, турбомолекулярных, ком-бинированных турбомолекулярных, сорбционных, крионасосов, геттерных, ионных насосов. Роль рабочего тела в конструкции диффузионных насосов, ловушки. Построение сложных систем откачки (бустерные насосы).</p>
11	Тема 11. Проектирование вакуумных систем.	<p>Основные виды вакуумной арматуры (анализ различных стандартов) для построения вакуумных систем и используемые материалы. Системы напуска. Основные типы вакуумных соединений. Стыковка различных материалов в вакуумных системах. Соединительные элементы вакуумных камер. Конструкция подвижных элементов вакуумных систем с внешним управлением. Особенности использования электронных систем в условиях пониженного давления.</p>
12	Тема 12. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 1)	<p>Электрорамповые приборы: виды, назначение, принципы работы, применение.</p>
13	Тема 13. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 2).	<p>Сканирующий туннельный микроскоп: принцип работы, области применения</p>
14	Тема 13. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 3).	<p>Сканирующие электронный микроскоп: принцип работы, области применения.</p>
15	Тема 13. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 4).	<p>Напылительные установки: методы напыления, принцип работы, области применения</p>
16	Тема 13. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 5).	<p>Масс-спектрометры: принцип работы, области применения.</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.*

*Тема 2. Газовые законы.*

*Тема 3. Основы кинетической теории газов.*

*Тема 4. Кинетическая теории газов.*

*Тема 5. Поток газа.*

*Тема 6. Проводимость элементов вакуумной системы.*

*Тема 7. Физические процессы на поверхности твердых тел.*

*Тема 8. Приложение физических законов поверхности в вакуумной технике*

*Тема 9. Измерение давления и потоков газа.*

*Тема 10. Процесс откачки вакуумной системы.*

*Тема 11. Проектирование вакуумных систем.*

*Тема 12. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 1).*

*Тема 13. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 2).*

*Тема 14. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 3).*

*Тема 15. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 4).*

*Тема 16. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 5).*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

### **1. Введение.**

*Вакуум: определение, степени вакуума. Вакуумные системы: принципы проектирования, основные технологии, используемые при проектировании вакуумных систем, требования, предъявляемые к вакуумным системам.*

### **2. Газовые законы.**

*Агрегатные состояния вещества. Понятие газа. Закон Бойля. Закон Гей-Люссака. Закон Шарля. Основное уравнение состояния идеального газа. Закон Авогадро.*

### **3. Основы кинетической теории газов.**

*Идеальный газ. Реальный газ. Модели газов. Способы описания идеального и реального газов. Испарение и конденсация.*

### **4. Кинетическая теории газов.**

*Температурная транспирация. Коэффициенты диффузии и теплопроводности газов.*

### **5. Поток газа.**

*Общие положения. Турбулентное течение. Ламинарное течение. Молекулярное течение. Быстрота откачки газа. Виды газовых течений. Проводимость отверстий в области вязкого течения. Проводимость трубопроводов в области вязкого течения. Проводимость трубопроводов в переходной области. Температурная зависимость проводимости. Турбулентный поток через трубопровод.*

### **6. Проводимость элементов вакуумной системы.**

*Проводимость элементов вакуумной системы при последовательном соединении. Проводимость элементов вакуумной системы при параллельном соединении.*

### **7. Физические процессы на поверхности твердых тел.**

*Газопроницаемость. Адсорбция и термическая десорбция. Испарение и диссоциация газов. Проникновение газа сквозь стенки. Десорбция при электрофизическом воздействии. Термическая десорбция с поверхности. Десорбционный поток с разных поверхностей.*

### **8. Приложение физических законов поверхности в вакуумной технике.**

*Хемосорбция. Коэффициент прилипания. Изотерма адсорбции. Капиллярные силы. Фотоактивация. Электронная и ионная стимуляция. Газовыделение из поверхностей.*



### **9. Измерение давления и потоков газа.**

Основные типы манометров. Жидкостные манометры. Теплоэлектрические датчики. Электроразрядные манометры. Ионизационные манометры. Емкостные манометры. Способы определения течи в вакуумных системах. Термомассовые расходомеры.

### **10. Процесс откачки вакуумной системы.**

Влияние процесса откачки на физико-химические свойства откачиваемых газов. Типы и конструкции откачивающих систем: Конструкция форвакуумных, струевых, диффузионных, турбомолекулярных, комбинированных турбомолекулярных, сорбционных, крионасосов, геттерных, ионных насосов. Роль рабочего тела в конструкции диффузионных насосов, ловушки. Построение сложных систем откачки (бустерные насосы).

### **11. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть**

**1).**

Основные виды вакуумной арматуры (анализ различных стандартов) для построения вакуумных систем и используемые материалы. Системы напуска. Основные типы вакуумных соединений. Стыковка различных материалов в вакуумных системах. Соединительные элементы вакуумных камер. Конструкция подвижных элементов вакуумных систем с внешним управлением. Особенности использования электронных систем в условиях пониженного давления.

### **12. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть**

**1).**

Электроламповые приборы: виды, назначение, принципы работы, применение.

### **13. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть**

**2).**

Сканирующий туннельный микроскоп: принцип работы, области применения

### **14. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть**

**3).**

Сканирующие электронный микроскоп: принцип работы, области применения.

### **15. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть**

**4).**

Напылительные установки: методы напыления, принцип работы, области применения.

### **16. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть**

**5).**

Масс-спектрометры: принцип работы, области применения.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:

Тема 1. Введение.

Тема 2. Газовые законы.

Тема 3. Основы кинетической теории газов.

Тема 4. Кинетическая теории газов.

Тема 5. Поток газа.

Тема 6. Проводимость элементов вакуумной системы.

Тема 7. Физические процессы на поверхности твердых тел.

Тема 8. Приложение физических законов поверхности в вакуумной технике

Тема 9. Измерение давления и потоков газа.

Тема 10. Процесс откачки вакуумной системы.

Тема 11. Проектирование вакуумных систем.

Тема 12. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 1).

Тема 13. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 2).

Тема 14. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 3).

*Тема 15. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 4).*

*Тема 16. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 5).*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

*Тема 1. Введение.*

*Тема 2. Газовые законы.*

*Тема 3. Основы кинетической теории газов.*

*Тема 4. Кинетическая теории газов.*

*Тема 5. Поток газа.*

*Тема 6. Проводимость элементов вакуумной системы.*

*Тема 7. Физические процессы на поверхности твердых тел.*

*Тема 8. Приложение физических законов поверхности в вакуумной технике*

*Тема 9. Измерение давления и потоков газа.*

*Тема 10. Процесс откачки вакуумной системы.*

*Тема 11. Проектирование вакуумных систем.*

*Тема 12. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 1).*

*Тема 13. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 2).*

*Тема 14. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 3).*

*Тема 15. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 4).*

*Тема 16. Применение вакуумных систем в физико-химических приложениях (часть 5).*

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</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 2. Газовые законы.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 3. Основы кинетической теории газов.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 4. Кинетическая теория газов.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 5. Поток газа.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 6. Проводимость элементов вакуумной системы.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 7. Физические процессы на поверхности твердых тел</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 8. Приложение физических законов поверхности в вакуумной технике</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 9. Измерение давления и потоков газа.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 10. Процесс откачки вакуумной системы.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 11. Проектирование вакуумных систем.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 12. Применение вакуумных систем в физикохимических приложениях (часть 1).</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа, реферативный обзор по одному из применений вакуумных систем в физикохимических приложениях</i>
<i>Тема 13. Применение вакуумных систем в физикохимических приложениях (часть 2).</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа, реферативный обзор по одному из применений вакуумных систем в физикохимических приложениях</i>
<i>Тема 14. Применение вакуумных систем в физикохимических приложениях (часть 3).</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа, реферативный обзор по одному из применений вакуумных систем в физикохимических приложениях</i>
<i>Тема 15. Применение вакуумных систем в физикохимических приложениях (часть 4).</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа, реферативный обзор по одному из применений вакуумных систем в физикохимических приложениях</i>
<i>Тема 16. Применение вакуумных систем в физикохимических приложениях (часть 5).</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа, реферативный обзор по одному из применений вакуумных систем в физикохимических приложениях</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:*

1. Мера вакуума. Единицы измерения вакуума. Диапазоны давлений, основные характеристики.
2. Скорость и энергия молекул газа. Функция распределения.
3. Определение различных степеней разрежения газов. Критерий Кнудсена. Понятие сверхвысокого

вакуума.

4. Газовыделение с поверхности. Сорбционные процессы. Скорости сорбционных процессов.
5. Объемное обезгаживание материала. Диффузия газа. Проницаемость твердого тела.
6. Понятие быстроты откачки. Основное уравнение вакуумной техники.
7. Этапы откачки вакуумной системы. Режимы. Кривые откачки.
8. Диффузионный молекулярный насос. Конструкция и принцип действия. Основные характеристики

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

1. Частота соударений молекул газа с поверхностью. Определение быстроты действия вакуумных насосов.
2. Длина свободного пробега молекул разреженного газа. Связь с давлением. Случай смеси газов.
3. Сорбционное равновесие на поверхности. Изотерма адсорбции. Время адсорбции. Степень покрытия поверхности адсорбированным газом.
4. Поток газа. Единицы измерения количества газа и потока. Определение проводимости элемента вакуумной системы. Зависимость проводимости от режима течения газа.
5. Понятие быстроты откачки. Основное уравнение вакуумной техники.
6. Механические вращательные насосы. Принцип объемной откачки. Быстрота действия и предельное давление. Конструкции насосов.
7. Ионные насосы. Принципы действия, ионизация газа и сорбционные процессы. Основные типы насосов, параметры.
8. Криогенные насосы. Явление криооткачки, скорость откачки и предельное разрежение. Конструктивные схемы.
9. Ионизационные преобразователи. Типы преобразователей, способы получения ионизирующих частиц. Особенности конструкций.
10. Градуировка и характеристики масс-спектрометров. Расшифровка масс-спектров остаточного газа.

### 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. Попов, А. Н. Вакуумная техника: Учебное пособие / А.Н. Попов. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2018. - 167 с.: ил.; . - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006031-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/538092>. – Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература

1. Эгертон Р. Ф. Физические принципы электронной микроскопии. М, «Техносфера», 2010, 304 с.

2. Шатохин, В. Л. Вакуумная техника: Лабораторный практикум / Шатохин В.Л., Шестак В.П. - Москва :НИЯУ "МИФИ", 2010. - 84 с. ISBN 978-5-7262-1255-5. 14
3. Шестак, В. П. Вакуумная техника. Концепция разреженного газа: Учебное пособие / Шестак В.П. - Москва :НИЯУ "МИФИ", 2012. - 272 с. ISBN 978-5-7262-1585-3.
4. Попов, А. Н. Вакуумная техника: Учебное пособие / А.Н. Попов. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2018. - 167 с.: ил.; . - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006031-6.
5. Пауэр Б. Д. Высоковакуумные откачные устройства. М, «Энергия», 1969. 527 с.
6. Лекк Дж. Измерение давления в вакуумных системах. М, «Мир», 1966. 207 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.



**1.Наименование дисциплины:** «Технология производства солнечных элементов и модулей».

Цель дисциплины: овладение студентами знаниями основ физики полупроводников, технологии производства солнечных элементов и модулей на основе различных полупроводниковых 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-2</i> Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</p>	<p><i>ПК-2.1</i> Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства  <i>ПК-2.2</i> Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования  <i>ПК-2.3</i> Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</p>	<p>Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- различные типы солнечных элементов и модулей, их преимущества и недостатки.</li> <li>- технологии и методы обработки материалов, используемых в солнечной энергетике.</li> <li>- требования безопасности и экологической устойчивости при производстве солнечных элементов и модулей.</li> </ul> <p>Студент должен <b>уметь</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять качественный контроль процесса производства солнечных элементов и модулей.</li> <li>- анализировать экономическую жизнеспособность производства солнечных элементов и модулей.</li> </ul> <p>Студент должен владеть <b>навыками</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использования международных стандартов и нормативных требований, регулирующих производство солнечных элементов и модулей.</li> </ul>

**3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Технология производства солнечных элементов и модулей» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Тема 1. Базовые принципы работы солнечного элемента (Введение в курс)</i>	<i>Состояние дел на рынке солнечной энергетики. Материалы для солнечной энергетики. Требования к материалам Солнечный элемент и принцип его работы. Физика p-nперехода. Примеры практического использования солнечной энергии.</i>
2	<i>Тема 2. Физика аморфного и микрокристаллического гидрогенизированного кремния</i>	<i>Основные проявления аморфного состояния. Принцип Иоффе-Регеля. Зонная схема аморфного полупроводника. Зонная схема аморфного гидрогенизированного кремния Природа дефектов, вызванная отсутствием трансляционной симметрии (беспорядком) и оборванными связями. Роль водорода. Методы получения аморфных и микрокристаллических гидрогенизированных полупроводников. Легирование пленок аморфного и микрокристаллического кремния Электрические и оптические свойства аморфного и</i>

		<i>микрористаллического гидрогенизированного кремния. Эффект Стаблера-Вронского .</i>
3	<i>Тема 3. Технология производства тонкопленочного микромофного модуля</i>	<i>Место тонкопленочных технологий на рынке солнечной энергетики. Преимущества и недостатки. Технологический процесс изготовления: подготовка стекла ,напыления структурироваанного оксида цинка,лазерное скрайбировангие,плазмохимическое осаждение аморфного и микрористаллического гидрогенизированного кремния, лазерное скрайбированаание, напыление оксида цинка, лазерное скрайбирование, металлизация, сборка модуля, ламинирование. Измерение параметров модуля.</i>
4	<i>Тема 4. Кремниевые солнечные элементы, с упором на гетерострурную технологию, с использованием аморфного и микрористаллического гидрогенизироованнго кремния.</i>	<i>Типы солнечных элементов на кремнии. Этапы развития диффузионной кремниевой технологии. Гетероструктурный солнечный элемент на кремнии. Роль собственного аморфного гидрогенизированного нанослоя на поверхности кремния. Структурирование повехности. Формирование гетероконтактов. Напыление ползрачных проводящих ITO-слоев. Способы создания токосъмной металлической сетки. Измерение параметров ФЭП. Сборка модуля. Измерение параметров модуля. Варианты изготовления модуля и его преимущества перед диффузионной технологией.</i>
5	<i>Тема 5. Солнечные элементы на основе соединений АЗВ5.</i>	<i>Технология получения солнечных элементов на основе АЗВ5 соединений. Каскадные солнечные элементы и принцип их формирования. Проблема совместимости полупроводников, используемых в каскадных солнечных элементах. Космическое и наземное применение. Концентраторные солнечные элементы. Перспективы развития и использования солнечных элементов на основе АЗВ5.</i>
6	<i>Тема 6.Тонкопленочные органические солнечные элементы, с упором на основе перовскитов.</i>	<i>Тенденции в развитии фотоэнергетики. Физика работы солнечного элемента на основе</i>

		<p>органических полупроводников. Поглощение света в органических полупроводниках. Аналогия с неорганикой. Достоинства и недостатки органических полупроводников. Материалы для органических солнечных элементов. Конфигурации солнечных элементов на основе органических полупроводников. Перспективные направления. Солнечные элементы на основе перовскитов. Тандем кремний-перовскит</p>
7	<p>Тема 7. Новое поколение солнечных элементов, направленное на преодоление принципа Шокли-Квислера. Использование достижений нанотехнологий</p>	<p>Классификация солнечных элементов на первое, второе и третье поколение. Принцип Шокли-Квислера и его преодоление. Полное использование солнечного спектра: каскадные солнечные элементы, полупроводники со сложной структурой энергетических зон. Сверхрешетки: б) структуры с квантовыми ямами; в) многозонные полупроводники. Модификация спектра солнечного излучения зонной схемой. СЭ с устройствами повышения и понижения энергии падающих фотонов СЭ с люминесцентными концентраторами излучения Использование избыточной энергии фотогенерированных носителей до их термализации: <math>1 \text{ фотон} &gt; 1 \text{ электроннодырочной пары}</math> (увеличение фототока). Сбор горячих носителей до их термализации (увеличение вырабатываемого напряжения);</p>
8	<p>Тема 8. Современные солнечные модули и их жизненный цикл</p>	<p>Состояние дел на рынке солнечной энергетики. Материалы солнечной энергетики Что подлежит утилизации. Примеры практического использования. Проблемы утилизации, используемых солнечных модулей. Практическая реализация проблем утилизации наземных солнечных модулей на основе кремния.</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. Базовые принципы работы солнечного элемента (Введение в курс)*

*Тема 2. Физика аморфного и микрокристаллического гидрогенизированного кремния.*

*Тема 3. Технология производства тонкопленочного микромоного модуля.*

*Тема 4. Кремниевые солнечные элементы, с упором на гетероструктурную технологию, с использованием аморфного и микрокристаллического гидрогенизированного кремния*

*Тема 5. Солнечные элементы на основе соединений АЗВ5.*

*Тема 6. Тонкопленочные органические солнечные элементы, с упором на основе перовскитов.*

*Тема 7. Новое поколение солнечных элементов, направленное на преодоление принципа Шоккли-Квислера. Использование достижений нанотехнологий*

*Тема 8. Современные солнечные модули и их жизненный цикл*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

**1. Фотовольтаический эффект в полупроводниковых структурах с рп-переходом.**

*Условия и стадии фотоэлектрического преобразования энергии в солнечных элементах. Полупроводниковая структура солнечного элемента с идеальным рп-переходом. Вольтамперная характеристика полупроводниковой структуры с идеальным рп-переходом – формула Шокли. Основные режимы работы солнечных элементов. Понятия о фотоЭДС и фототоке. Рабочий режим фотоэлектрического преобразования солнечного элемента.*

**2. Эквивалентная электрическая схема солнечного элемента с идеальным рп-переходом.**

*Описание процесса фотогенерации электронно-дырочных пар с помощью генератора постоянного тока. Сопротивление нагрузки. Плотность тока, протекающего через нагрузку. Выходная мощность, вырабатываемая солнечным элементом.*

**3. Основные характеристики солнечного элемента.**

*Ток короткого замыкания и фототок, их отличия. Напряжение холостого хода. Максимальная выходная мощность, вырабатываемая солнечным элементом. Коэффициент формы. Эффективность фотоэлектрического преобразования.*

**4. Вольт-амперная характеристика солнечного элемента с идеальным рп-переходом.**

*Вид вольт-амперной характеристики солнечного элемента с идеальным рп-переходом. Упрощенные зонные схемы солнечного элемента с идеальным рп-переходом в условиях короткого замыкания, холостого хода и рабочем режиме. Расчет максимальной выходной мощности вырабатываемой солнечным элементом с идеальным рп-переходом.*

**5. Идеальная эффективность фотоэлектрического преобразования энергии.**

*Понятие о солнечной постоянной. Показатель атмосферного влияния на интенсивность солнечного излучения, доходящего до земной поверхности, – «воздушная масса» (АМ). Определение величины АМ. Распределение солнечной энергии по спектру. Зависимость плотности потока фотонов в солнечном спектре от энергии фотона. Условия идеального фотоэлектрического преобразования.*

**6. Метод определения идеальной эффективности фотоэлектрического преобразования энергии.**

*Определение предельной теоретически возможной плотности фототока для заданной ширины запрещенной зоны полупроводника. Величина максимальной энергии, выделяющейся в нагрузке при поглощении одного фотона в условиях оптимального согласования солнечного элемента с внешней цепью. Зависимость максимальной выходной мощности от ширины запрещенной зоны полупроводника, из которого изготовлен солнечный элемент с идеальным рп-переходом.*

#### **7. Спектральный отклик.**

*Зависимость темпа фотогенерации электронно-дырочных пар от расстояния до поверхности, на которую падает солнечный свет, для фотонов с различными энергиями. Внутренний спектральный отклик. Внешний спектральный отклик. Влияние скоростей поверхностной рекомбинации на вид спектральных характеристик солнечных элементов.*

#### **8. Эквивалентная схема реального солнечного элемента с рп-переходом.**

*Вольт-амперная характеристика реального солнечного элемента. Потери мощности, обусловленные паразитными сопротивлениями. Влияния последовательного и шунтирующего сопротивлений на вид вольт-амперных характеристик солнечных элементов.*

#### **9. Факторы, определяющие эффективность солнечных элементов.**

*Световые потери. Потери по току. Потери по напряжению. Технологические и конструктивные способы повышения эффективности фотоэлектрического преобразования в современных солнечных элементах.*

#### **10. Влияние температуры на рабочие характеристики солнечных элементов.**

*Зависимость длины диффузии носителей заряда от температуры. Влияние температуры на плотность тока короткого замыкания. Причины снижения напряжения холостого хода и эффективности солнечного элемента при повышении температуры.*

#### **11. Влияние радиации на рабочие характеристики солнечных элементов.**

*Концентрация рекомбинационных центров в запрещенной зоне полупроводника. Влияние радиации на скорость рекомбинационных процессов в полупроводнике. Методы оценки снижения времени жизни и диффузионной длины носителей заряда в полупроводнике при его облучении частицами высоких энергий. Снижение эффективности фотоэлектрического преобразования энергии в солнечном элементе при радиационном воздействии.*

**12. Особенности процессов фотоэлектрического преобразования энергии в тонкопленочных гетеропереходных солнечных элементах с кристаллическими кремниевыми подложками.**

*Полупроводниковая структура. Зонная схема. Соотношение диффузионных длин носителей заряда и толщин подложки. Концентрации неравновесных носителей заряда в режимах максимальной мощности, холостого хода и короткого замыкания. Особенности фотогенерационных и токовых процессов.*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

*Тема 1. Базовые принципы работы солнечного элемента (Введение в курс)*

*Тема 2. Физика аморфного и микрокристаллического водородированного кремния.*

*Тема 3. Технология производства тонкопленочного микроаморфного модуля.*

*Тема 4. Кремниевые солнечные элементы, с упором на гетероструктурную технологию, с использованием аморфного и микрокристаллического водородированного кремния*

*Тема 5. Солнечные элементы на основе соединений АЗВ5.*

*Тема 6. Тонкопленочные органические солнечные элементы, с упором на основе перовскитов.*

*Тема 7. Новое поколение солнечных элементов, направленное на преодоление принципа*

*Шоккли-Квислера. Использование достижений нанотехнологий*

*Тема 8. Современные солнечные модули и их жизненный цикл*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

*Тема 1. Базовые принципы работы солнечного элемента (Введение в курс)*

*Тема 2. Физика аморфного и микрокристаллического водородированного кремния.*

*Тема 3. Технология производства тонкопленочного микромоного модуля.*

*Тема 4. Кремниевые солнечные элементы, с упором на гетероструктурную технологию, с использованием аморфного и микрокристаллического водородированного кремния*

*Тема 5. Солнечные элементы на основе соединений АЗВ5.*

*Тема 6. Тонкопленочные органические солнечные элементы, с упором на основе перовскитов.*

*Тема 7. Новое поколение солнечных элементов, направленное на преодоление принципа Шоккли-Квислера. Использование достижений нанотехнологий*

*Тема 8. Современные солнечные модули и их жизненный цикл*

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. Базовые принципы работы солнечного элемента (Введение в курс)</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 2. Физика аморфного и микрокристаллического гидрогенизированного кремния.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 3. Технология производства тонкопленочного микрофного модуля.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>



Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 4. Кремниевые солнечные элементы, с упором на гетероструктурную технологию, с использованием аморфного и микрокристаллического гидрогенизированного кремния.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 5. Солнечные элементы на основе соединений АЗВ5.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 6. Тонкопленочные органические солнечные элементы, с упором на основе перовскитов.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 7. Новое поколение солнечных элементов, направленное на преодоление принципа Шокли-Квислера. Использование достижений нанотехнологий</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 8. Современные солнечные модули и их жизненный цикл</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная 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**

*Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:*

### ***Задания для промежуточной аттестации.***

- 1. Солнечный элемент представляет собой полупроводниковую структуру с идеальным рп-переходом. Значения плотностей фототока  $J_f$  и тока насыщения  $J_s$  считать известными. В условиях максимума выходной мощности получить выражения для напряжения  $U_m$  плотности тока  $J_m$ .  $T = 300 \text{ K}$ .*
- 2. Солнечный элемент представляет собой полупроводниковую структуру с идеальным рп-переходом. Найти выражение для максимальной выходной мощности  $P_m$ . Выражения для напряжения  $U_m$  и плотности тока  $J_m$  в условиях максимума выходной мощности считать известными.  $T = 300 \text{ K}$ .*
- 3. Солнечный элемент представляет собой полупроводниковую структуру с идеальным рп-переходом. Рассчитать величину максимальной энергии  $E_m$ , которая выделяется в нагрузку при поглощении одного фотона, если напряжение холостого хода  $U_{oc} = 0.65 \text{ V}$ , а фактор формы  $FF = 0.78$ .  $T = 300 \text{ K}$ .*
- 4. Солнечный элемент представляет собой полупроводниковую структуру с идеальным рп-переходом. Найти величину напряжения холостого хода, если плотности фототока и тока насыщения соответственно равны  $30 \text{ mA/cm}^2$  и  $10^{(-9)} \text{ A/cm}^2$ .  $T = 300 \text{ K}$ .*
- 5. Солнечный элемент представляет собой полупроводниковую структуру с идеальным рп-переходом. Рассчитать величину максимальной выходной мощности, если фототок равен  $30 \text{ mA/cm}^2$ , а напряжение холостого хода составляет  $0.66 \text{ V}$ .  $T = 300 \text{ K}$ .*

6. Солнечный элемент представляет собой полупроводниковую структуру с идеальным  $pn$ -переходом. Найти величину фактора формы, если напряжение холостого хода равно  $0.68V$ , а напряжение в условиях максимума выходной мощности составляет  $0.54V$ .  $T = 300K$ .
7. Солнечный элемент представляет собой полупроводниковую структуру с идеальным  $pn$ -переходом. Найти величину плотности фототока, если напряжение холостого хода равно  $0.64V$  плотность тока насыщения составляет и  $10^{(-11)}A/cm^2$ .  $T = 300K$ .
8. Солнечный элемент представляет собой полупроводниковую структуру с идеальным  $pn$ -переходом. Используя диаграмму для графического метода определения эффективности фотоэлектрического преобразования, найти предельную эффективность солнечного элемента, изготовленного из полупроводника с шириной запрещенной зоны  $E_g = 1.8eV$ . Мощность падающего излучения –  $5,2 \cdot 10^{(17)} eV/(cm^2 \cdot s)$ .  $T = 300K$ .
9. Солнечный элемент представляет собой полупроводниковую структуру с идеальным  $pn$ -переходом. Используя диаграмму для графического метода определения эффективности фотоэлектрического преобразования, найти величину максимальной энергии, которая выделяется в нагрузке при поглощении одного фотона и максимальную выходную мощность, если плотность фототока равна  $44 mA/cm^2$  в условиях АМ 1,5.  $T = 300K$ .
10. Солнечный элемент представляет собой полупроводниковую структуру с идеальным  $pn$ -переходом. Используя диаграмму для графического метода определения эффективности фотоэлектрического преобразования, найти максимальную выходную мощность  $P_m$  для солнечного элемента, изготовленного из полупроводника с шириной запрещенной зоны  $E_g = 0.8eV$  в условиях АМ 1,5.  $T = 300K$ .
11. Солнечный элемент представляет собой полупроводниковую структуру с идеальным  $pn$ -переходом. Мощность падающего излучения –  $5,2 \cdot 10^{(17)} eV/(cm^2 \cdot s)$ . Используя диаграмму для графического метода определения эффективности фотоэлектрического преобразования, найти величину ширины запрещенной зоны полупроводника, из которого изготовлен солнечный элемент с предельной эффективностью 20%.  $T = 300K$ .
12. Солнечный элемент представляет собой полупроводниковую структуру с идеальным  $pn$ -переходом. Используя диаграмму для графического метода определения эффективности фотоэлектрического преобразования, найти величину ширины запрещенной зоны полупроводника, из которого изготовлен солнечный элемент, если величина максимальной энергии  $E_m$ , которая выделяется в нагрузке при поглощении одного фотона в условиях АМ 1,5 равна  $0,4eV$ .  $T = 300K$ .
13. Солнечный элемент представляет собой кристаллическую кремниевую структуру с идеальным  $pn$ -переходом. Найти величину напряжения холостого хода, если  $T=400K$ ,  $J_{ph} = 38 mA/cm^2$ ,  $N_d = 10^{(15)} cm^{-3}$ ,  $\tau = 1 ms$ .
14. Солнечный элемент представляет собой кристаллическую кремниевую структуру с идеальным  $pn$ -переходом. Найти, как изменится величина напряжения холостого хода, если увеличить температуру с  $T = 300K$  до  $T = 400K$ .
15. Солнечный элемент представляет собой кристаллическую кремниевую структуру с идеальным  $pn$ -переходом. В результате радиационного воздействия с флюенсом  $\Phi = 10^{(14)} cm^{-2}$  время жизни носителей заряда уменьшилось с  $1,5 ms$  до  $15 \mu s$ . Найти величину  $K_I$ .
16. Солнечный элемент представляет собой кристаллическую кремниевую структуру с идеальным  $pn$ -переходом. В результате радиационного воздействия время жизни носителей заряда уменьшилось с  $1,5 ms$  до  $15 \mu s$ . Найти, как при этом изменится плотность тока короткого замыкания.

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

1. Какие требования предъявляются к материалам для солнечной энергетики?
2. Назовите основные полупроводниковые материалы, используемые в солнечной энергетике и подчеркните их достоинства и недостатки
3. На каких допущениях строится теория аморфного твердого тела?
4. Зонная структура аморфного полупроводника, на примере аморфного гидрогенизированного кремния
5. В чем заключается отличие аморфного гидрогенизированного кремния от микрокристаллического гидрогенизированного кремния?
6. Что такое микроморфный модуль и как его получают.
7. Расскажите о механизмах потерь в солнечном элементе.
8. Что такое каскадный солнечный элемент и в чем его преимущество перед однопереходным
9. Фотовольтаический эффект в полупроводниковых структурах с рп-переходом.
10. На каких допущениях строится модель Шокли-Квиссера
11. Перечислите полупроводниковые материалы, используемые в солнечной энергетике.
12. Назовите основные технологические переделы технологии изготовления гетероструктурного солнечного элемента.
13. Какие тренды наблюдаются на рынке солнечной фотовольтаики
14. Назовите основные технологические переделы технологии изготовления тонкопленочного микроморфного модуля
15. Что такое эффект Стаблера-Вронского и как он влияет на работу солнечного элемента
16. Перечислите научные предложения используемые для преодоления ограничения Шокли-Квиссера
17. Назовите технологии используемые при получении аморфных гидрогенизированных полупроводников
18. Перовскитные солнечные элементы, что это такое и что от ожидают
19. Какие характеристики кристаллического кремния определяют лидерство этого материала в солнечной энергетике
20. Назовите основные причины потерь в реальном солнечном элементе.
21. Чем отличается солнечный элемент типа PERC от PERT
22. Тандем кремний-перовскит, в чем его преимущества и что сдерживает внедрение
23. Какой материал применяется в космических солнечных батареях и почему?
24. С какой целью осуществляется структурирование поверхности кремниевого солнечного элемента.
25. Назовите основные причины потерь в реальном солнечном элементе.
26. Многокаскадные солнечные элементы на основе соединений АЗВ5. В чем заключаются сложности их получения
27. Какие основные технологические приемы используются при росте сложных многокаскадных солнечных элементов.
28. Концентраторные солнечные батареи на основе АЗВ5 -в чем суть и где используются?
29. Что такое эффект Стаблера-Вронского и как он влияет на работу солнечного элемента.
30. Назовите основные технологические переделы технологии изготовления гетероструктурного солнечного элемента.

#### **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) Смирнов, В. И. Физика полупроводниковых приборов : учебное пособие / В. И. Смирнов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 212 с. - ISBN 978-5-9729-1241-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2102020>. – Режим доступа: по подписке.
- 2) Полисан, А. А. Материалы и элементы электронной техники. Тонкопленочные многослойные структуры и солнечные элементы на основе гидрогенизированного аморфного и нанокристаллического кремния : учебное пособие / А. А. Полисан. - Москва : ИД МИСиС, 2007. - 17 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1226617>. – Режим доступа: по подписке.

### **Дополнительная литература**

- 1) Шалимова К.В. Физика полупроводников. М.: Энергоатомиздат, 1985. 392 с.
- 2) Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Изд-во «Наука», 1977. 673 с. с илл.
- 3) Зи С. Физика полупроводниковых приборов. Пер. с англ. М.: Мир, 1984. Кн. 1. 456 с.
- 4) Зи С. Физика полупроводниковых приборов. Пер. с англ. М.: Мир, 1984. Кн. 2. Гл. 14.2.
- 5) Афанасьев В.П., Теруков Е.И., Шерченков А.А. Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния. 2-е изд. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. 168 с.
- 6) Фаренбрух А., Бьюб Р. Солнечные элементы: теория и эксперимент. М.: Энергоатомиздат, 1987. 280 с.
- 7) Андреев В.М., Грилихес В.А., Румянцев В.Д. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения. Л.: Наука, 1989. 310 с.
- 8) Арбузов Ю.Д., Евдокимов В.М. Основы фотоэлектричества. М.: Изд-во ГНУ ВИЭСХ, 2007. 292 с. 16
- 9) Меден Ф., Шо М. Физика и применение аморфных полупроводников. М.: мир, 1991. 669 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.

## 1.Наименование дисциплины: «Разновидности солнечных элементов»

Цель дисциплины: Изучение студентами современных достижений в области солнечной энергетики, изучение перспективных материалов для солнечной энергетики с целью их оптимального выбора для создания элементов фотоэлектрических систем

### 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 организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1: Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2: Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3: Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства</i>	<b>Знать:</b> Современные представления наук о материалах при анализе влияния микро- и нано- масштаба на свойства материалов солнечной энергетики , взаимодействия этих материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками <b>Уметь:</b> Проводить расчеты выходных характеристик солнечных элементов для различных условий эксплуатации (интенсивность излучения, температура) <b>Владеть:</b> Выбором технологического оборудования термической и химико-термической обработки в процесс производства солнечных элементов и комплектующих солнечных систем.
<i>ПК-3:Способен организовывать контроль и техническое сопровождение разработки материалов для выбранных приложений и технологических процессов конкретных производств</i>	<i>ПК-3.1: Организует входной контроль материалов, сырья и оборудования, необходимого для выполнения поставленной задачи. ПК-3.2: Организует проведение и контроль метрологических испытаний предлагаемого технологического решения. ПК-3.3: Организует техническое сопровождение этапов</i>	<b>Знать:</b> Основы технологий получения полупроводниковых материалов для солнечной энергетики Конструкции и основы технологий изготовления солнечных элементов Конструкции и основы технологий изготовления фотоэлектрических модулей <b>Уметь</b> Проводить анализ эквивалентной схемы реального солнечного элемента и выявлять факторы, ответственные за снижение эффективности

	<p><i>испытания и производства в соответствии с предлагаемым технологическим решением в лабораторных условиях и на производстве.;</i></p>	<p>Выбирать конструкционные и инструментальные материалы, в том числе с использованием информационных технологий для производства солнечных элементов и конструкций на их основе</p> <p>Проводить измерения ВАХ солнечных элементов с использованием имитатора солнечного излучения и в натуральных условия.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>Навыками определения качества солнечных элементов по результатам измерения световой и темновой ВАХ</p>
--	---	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Разновидности солнечных элементов» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к базовым 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	Солнечная энергетика основные понятия	Основные понятия, история развития солнечной энергетики, взаимодействие солнечного излучения с полупроводниками
2	Физические принципы солнечных элементов	Фотоэлектрические явления в полупроводниках, потери, контакт полупроводник-металл, базовые слои. Конструкции солнечных элементов. Простейший СЭ. СЭ с просветлением. СЭ с текстурированной поверхностью. "Прозрачный" СЭ. "Двухсторонний" СЭ.
3	Кремниевые солнечные элементы	Кремний для солнечных элементов (моно, поли, аморфный). Структуры солнечных элементов с использованием кремния в различных кристаллических состояниях. Технологии производства кремниевых солнечных элементов)
4	Солнечные элементы на основе Арсенида Галлия	Материалы АЗВ5 особенности использования в солнечной энергетике. Освоение космоса, особенности космических солнечных элементов. Технологии производства тандемных, гетероструктур
5	Тонкопленочные солнечные элементы	Тонкопленочные солнечные элементы ( $\alpha$ -Si, CdTe/CdS, CIGS) Органо-неорганические солнечные элементы на примере перовскита. Другие типы органических солнечных элементов. Технологии тонкопленочного производства для получения солнечных элементов.
6	Модули на основе солнечных элементов разного типа	Конструкции солнечных модулей. Особенности коммутации. Оптические потери. Оптимальные параметры для формирования солнечных модулей из различных материалов
7	Современное состояние и рынок солнечной энергетики	Современное состояние, перспективные технологии на рынке в мире и России

## 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: Солнечная энергетика основные понятия*

*Тема 2: Физические принципы солнечных элементов*

*Тема 3: Кремниевые солнечные элементы*

*Тема 4: Солнечные элементы на основе Арсенида Галлия*

*Тема 5: Тонкопленочные солнечные элементы*

*Тема 6: Модули на основе солнечных элементов разного типа*

*Тема 7: Современное состояние и рынок солнечной энергетики*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*Тема 1: Солнечная энергетика основные понятия*

*Вопросы для обсуждения: Основные понятия, история развития солнечной энергетики, взаимодействие солнечного излучения с полупроводниками.*

*Тема 2: Физические принципы солнечных элементов*

*Вопросы для обсуждения: Фотоэлектрические явления в полупроводниках, потери, контакт полупроводник-металл, базовые слои. Конструкции солнечных элементов. Простейший СЭ. СЭ с просветлением. СЭ с текстурированной поверхностью. “Прозрачный” СЭ. “Двухсторонний” СЭ.*

*Тема 3: Кремниевые солнечные элементы*

*Вопросы для обсуждения: Кремний для солнечных элементов (моно, поли, аморфный). Структуры солнечных элементов с использованием кремния в различных кристаллических состояниях. Технологии производства кремниевых солнечных элементов)*

*Тема 4: Солнечные элементы на основе Арсенида Галлия*

*Вопросы для обсуждения: Материалы АЗВ5 особенности использования в солнечной энергетике. Освоение космоса, особенности космических солнечных элементов. Технологии производства тандемных, гетероструктур.*

*Тема 5: Тонкопленочные солнечные элементы*

*Вопросы для обсуждения: Тонкопленочные солнечные элементы (a-Si, CdTe/CdS, CIGS) Органо-неорганические солнечные элементы на примере перовскита. Другие типы органических солнечных элементов. Технологии тонкопленочного производства для получения солнечных элементов.*

*Тема 6: Модули на основе солнечных элементов разного типа*

*Вопросы для обсуждения: Конструкции солнечных модулей. Особенности коммутации. Оптические потери. Оптимальные параметры для формирования солнечных модулей из различных материалов*

*Тема 7: Современное состояние и рынок солнечной энергетики*

*Вопросы для обсуждения: Современное состояние, перспективные технологии на рынке в мире и России*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Основные понятия, история развития солнечной энергетики, взаимодействие солнечного излучения с полупроводниками*

*Фотоэлектрические явления в полупроводниках, потери, контакт полупроводник-металл, базовые слои. Конструкции солнечных элементов. Простейший*

СЭ. СЭ с просветлением. СЭ с текстурированной поверхностью. “Прозрачный” СЭ. “Двухсторонний” СЭ.

Кремний для солнечных элементов (моно, поли, аморфный). Структуры солнечных элементов с использованием кремния в различных кристаллических состояниях. Технологии производства кремниевых солнечных элементов)

Материалы АЗВ5 особенности использования в солнечной энергетике. Освоение космоса, особенности космических солнечных элементов. Технологии производства tandemных, гетероструктур

Тонкопленочные солнечные элементы (a-Si, CdTe/CdS, CIGS) Органо-неорганические солнечные элементы на примере перовскита. Другие типы органических солнечных элементов. Технологии тонкопленочного производства для получения солнечных элементов.

Конструкции солнечных модулей. Особенности коммутации. Оптические потери. Оптимальные параметры для формирования солнечных модулей из различных материалов Современное состояние, перспективные технологии на рынке в мире и России

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:* Основные понятия, история развития солнечной энергетике, взаимодействие солнечного излучения с полупроводниками

Фотоэлектрические явления в полупроводниках, потери, контакт полупроводник-металл, базовые слои. Конструкции солнечных элементов. Простейший СЭ. СЭ с просветлением. СЭ с текстурированной поверхностью. “Прозрачный” СЭ. “Двухсторонний” СЭ.

Кремний для солнечных элементов (моно, поли, аморфный). Структуры солнечных элементов с использованием кремния в различных кристаллических состояниях. Технологии производства кремниевых солнечных элементов)

Материалы АЗВ5 особенности использования в солнечной энергетике. Освоение космоса, особенности космических солнечных элементов. Технологии производства tandemных, гетероструктур.

Тонкопленочные солнечные элементы (a-Si, CdTe/CdS, CIGS) Органо-неорганические солнечные элементы на примере перовскита. Другие типы органических солнечных элементов. Технологии тонкопленочного производства для получения солнечных элементов.

Конструкции солнечных модулей. Особенности коммутации. Оптические потери. Оптимальные параметры для формирования солнечных модулей из различных материалов Современное состояние, перспективные технологии на рынке в мире и России.

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 контроли-руемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Солнечная энергетика основные понятия</i>	<i>ПК-2.1; ПК-3.1, ПК-3.3</i>	Контрольная работа
<i>Физические принципы солнечных элементов</i>	<i>ПК-3.1, ПК-3.2</i>	Контрольная работа
<i>Кремниевые солнечные элементы</i>	<i>ПК-2.2; ПК-2.3, ПК-3.2</i>	Контрольная работа
<i>Солнечные элементы на основе Арсенида Галлия</i>	<i>ПК-2.2; ПК-2.3, ПК-3.2</i>	Контрольная работа
<i>Тонкопленочные солнечные элементы</i>	<i>ПК-2.2; ПК-2.3, ПК-3.2</i>	Контрольная работа
<i>Модули на основе солнечных элементов разного типа</i>	<i>ПК-2.2; ПК-2.3, ПК-3.2</i>	Контрольная работа
<i>Современное состояние и рынок солнечной энергетики.</i>	<i>ПК-3.1 ПК-3.3</i>	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

Например,

- Расчет оптимальной системы электроснабжения в зависимости от эксплуатации.
- определение номинальной мощности солнечных модулей и схемы их соединения,
- выбор типа, условий работы и емкости аккумуляторной батареи,
- выбор типа и мощности инвертора,
- определение параметров соединительных кабелей и т.д.

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

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Солнечная энергетика. История развития. Современное состояние и перспективы.
2. Принципы построения фотоэлектрической системы.
3. Взаимодействие электромагнитного излучения с полупроводником (отражение, поглощение, пропускание). Оптическая генерация свободных носителей заряда в полупроводнике.
4. Солнечный элемент. Принцип работы.
5. Оптимальный полупроводник для солнечных элементов и спектральная чувствительность.

6. Эквивалентная схема солнечного элемента. ВАХ солнечного элемента.
7. Конструкции солнечных элементов.
8. Зависимость ВАХ солнечного элемента от интенсивности излучения и температуры.
9. Особенности солнечных элементов и солнечных батарей, используемых в наземных условиях и в Космосе.
10. Солнечные элементы на основе Si.
11. Солнечные элементы на основе GaAs.
12. Гетероструктуры с квантовыми ямами и сверхрешетками на основе GaAs в конструкциях солнечных элементов.
13. Тонкопленочные солнечные элементы. Солнечные элементы на основе аморфного кремния a-Si
13. Принцип построения тонкопленочных солнечных элементов на основе двойных и тройных полупроводниковых соединений.
14. Принципы и особенности перовскитных солнечных элементов
15. Коммутация солнечных элементов и конструкции модулей.
16. Оптические и коммутационные потери в модулях.
17. Потери в модулях из-за несоответствия характеристик солнечных элементов. Байпасные диоды
18. Концентраторы солнечных элементы и модули.

#### 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 грамотно использовать	хорошо		71-85

	учебной и профессиональной деятельности, нежеле по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	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. Смирнов, В. И. Физика полупроводниковых приборов : учебное пособие / В. И. Смирнов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 212 с. - ISBN 978-5-9729-1241-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2102020>. – Режим доступа: по подписке.
2. Панюшкин, Н. Н. Физика полупроводников и полупроводниковые приборы: Учебное пособие / Панюшкин Н.Н. - Воронеж:ВГЛУ им. Г.Ф. Морозова, 2016. - 131 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/858616>. – Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература

- 1) Зи С. Физика полупроводниковых приборов. Пер. с англ. М.: Мир, 1984..
- 2) Шалимова К.В. Физика полупроводников. М.: Энергоатомиздат, 1985. 392 с.
- 3) Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Изд-во «Наука», 1977. 673 с. с илл.
- 4) Фаренбрух А., Бьюб Р. Солнечные элементы: теория и эксперимент. М.: Энергоатомиздат, 1987. 280 с.
- 5) Афанасьев В.П., Теруков Е.И., Шерченков А.А. Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния. 2-е изд. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. 168 с.
- 6) Де Роза А. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы:
- 7) Учебн. пособие / Пер. с англ. Долгопрудный: Изд.дом «Интеллект»: М.; Изд. Дом МЭИ, 2011. 704 с

- 8) Современная оптика и фотоника нано- и микросистем / Ю. Н. Кульчин. – М.: Физматлит, 2015. – 488 с.: ил.
- 9) Оптоэлектроника/ Э.Розеншер,Б.Винтер Москва «Техносфера»,2006,с.588.

#### **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:** «Оптика и оптические измерения в солнечной энергетике».

Цель дисциплины: овладение студентами базовыми знаниями в области физической оптики и оптических методов 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
<i>ПК-2 Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	<p>Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные физические явления, сопровождающие распространение оптического излучения в диэлектриках, явления на границе раздела сред;</li><li>- явления интерференции и дифракции, методы синтеза интерференционных просветляющих покрытий;</li><li>- основы фотометрии и радиометрии, конструкцию и принцип работы датчиков солнечной радиации;</li><li>- устройство и принцип работы спектральных приборов классического типа и Фурье спектрометров, основные виды оптической спектроскопии;</li><li>- основы теории поляризации, устройство и принцип работы эллипсометров.</li></ul> <p>Студент должен <b>уметь</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- выбирать оптические и спектральные методы исследования материалов солнечной энергетике и грамотно интерпретировать их результаты;</li></ul> <p>Студент должен <b>владеть</b> навыками</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- использования основных методов обработки спектральных и эллипсометрических данных.</li></ul>

**3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Оптика и оптические измерения в солнечной энергетике» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Раздел 1. Введение. Оптические методы исследования в технологии солнечных элементов и модулей.</i>	<i>Применение оптико-физических методов для метрологического контроля в технологическом цикле производства солнечных элементов. Оптическая спектроскопия. Спектрофотометры. Эллисометрия. ИК спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния.</i>
2	<i>Раздел 2. Введение в физическую оптику и спектроскопию</i>	<i>Распространение оптического излучения в диэлектриках. Явления на границе раздела сред. Распространение оптического излучения в проводящих средах, отражение от поверхности металлов. Двухлучевая интерференция, интерферометр Майкельсона. Многолучевая интерференция, просветляющие</i>

		покрытия, интерференционные зеркала и фильтры.
3	Раздел 3. Основы фотометрии.	Основные понятия, оптический диапазон длин волн. Световые и энергетические величины, их связь. Законы излучения абсолютно черного тела. Отражение, поглощение и пропускание излучения. Измерение коэффициентов отражения и пропускания.
4	Раздел 4. Датчики солнечной радиации.	Солнечное излучение: основные определения. Актинометрия, датчики солнечной радиации. Пиргелиометр. Термоэлектрический актинометр. Пиранометр
5	Раздел 5. Дифракционные спектральные приборы. Спектральные методы исследования.	Обобщенная схема и классификация спектральных приборов классического типа. Основные характеристики спектральных приборов. Дифракционные решетки, монохроматоры и полихроматоры. Источники излучения в спектральных приборах. Спектрометры и спектрофотометры. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников по спектрам поглощения. Оценка толщины пленок по спектрам отражения
6	Раздел 6. Инфракрасная Фурье Спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния.	Устройство и принцип работы Фурье Спектрометра. Формирование интерферограммы. Основные характеристики Фурье Спектрометров. Физическая природа ИК спектров поглощения и спектров комбинационного рассеяния.
7	Раздел 7. Поляризационные методы исследований. Эллисометр	Поляризация света. Получение поляризованного света, поляризационные элементы. Математическое описание поляризации, анализ поляризованного света. Эллисометрия, принцип работы эллисометра.

## 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. Оптические методы исследования в технологии солнечных элементов и модулей.

- Тема 2. Распространение оптического излучения в диэлектриках.
- Тема 3. Явления на границе раздела сред.
- Тема 4. Распространение оптического излучения в проводящих средах, отражение от поверхности металлов.
- Тема 5. Двухлучевая интерференция, интерферометр Майкельсона.
- Тема 6. Многолучевая интерференция, интерферометр Фабри-Перо.
- Тема 7. Просветляющие покрытия, интерференционные зеркала и фильтры.
- Тема 8. Световые и энергетические величины, их связь. Законы излучения абсолютно черного тела.
- Тема 9. Отражение, поглощение и пропускание излучения. Измерение коэффициентов отражения и пропускания, интегрирующая сфера.
- Тема 10. Датчики солнечной радиации.
- Тема 11. Обобщенная схема и классификация спектральных приборов классического типа.
- Основные характеристики спектральных приборов.
- Тема 12. Дифракционные решетки, монохроматоры и полихроматоры. Источники излучения в спектральных приборах.
- Тема 13. Спектрометры и спектрофотометры. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников по спектрам поглощения. Оценка толщины пленок по спектрам отражения.
- Тема 14. Устройство и принцип работы Фурье-спектрометра.
- Тема 15. Физическая природа ИК спектров поглощения и спектров комбинационного рассеяния.
- Тема 16. Поляризация света. Получение поляризованного света, поляризационные элементы. Математическое описание поляризации, анализ поляризованного света.
- Тема 17. Эллипсометрия, принцип работы эллипсометра.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

### **1. Оптические методы исследования.**

Применение оптико-физических методов для метрологического контроля в технологическом цикле производства солнечных элементов. Оптическая спектроскопия. Спектрофотометры. Эллипсометрия. ИК спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния.

### **2. Введение в физическую оптику и спектроскопию (часть 1).**

Распространение оптического излучения в диэлектриках. Явления на границе раздела сред. Распространение оптического излучения в проводящих средах, отражение от поверхности металлов.

### **3. Введение в физическую оптику и спектроскопию (часть 2).**

Двухлучевая интерференция, интерферометр Майкельсона. Многолучевая интерференция, просветляющие покрытия, интерференционные зеркала и фильтры.

### **4. Основы фотометрии.**

Основные понятия, оптический диапазон длин волн. Световые и энергетические величины, их связь. Законы излучения абсолютно черного тела. Отражение, поглощение и пропускание излучения. Измерение коэффициентов отражения и пропускания.

### **5. Дифракционные спектральные приборы. Спектральные методы исследования. (часть 1).**

Обобщенная схема и классификация спектральных приборов классического типа. Основные характеристики спектральных приборов. Дифракционные решетки, монохроматоры и полихроматоры. Источники излучения в спектральных приборах.

**6. Дифракционные спектральные приборы. Спектральные методы исследования. (часть 2).**

*Спектрометры и спектрофотометры. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников по спектрам поглощения. Оценка толщины пленок по спектрам отражения.*

**7. Инфракрасная Фурье-спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния (часть 1).**

*Устройство и принцип работы Фурье-спектрометра. Формирование интерферограммы. Основные характеристики Фурье-спектрометров.*

**8. Инфракрасная Фурье-спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния (часть 2).**

*Физическая природа ИК спектров поглощения и спектров комбинационного рассеяния.*

**9. Поляризационные методы исследований. Эллисометрия (часть 1).**

*Поляризация света. Получение поляризованного света, поляризационные элементы. Математическое описание поляризации, анализ поляризованного света.*

**10. Поляризационные методы исследований. Эллисометрия (часть 2).**

*Эллисометрия, принцип работы эллисометра.*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

Тема 1. Оптические методы исследования в технологии солнечных элементов и модулей.

Тема 2. Распространение оптического излучения в диэлектриках.

Тема 3. Явления на границе раздела сред.

Тема 4. Распространение оптического излучения в проводящих средах, отражение от поверхности металлов.

Тема 5. Двухлучевая интерференция, интерферометр Майкельсона.

Тема 6. Многолучевая интерференция, интерферометр Фабри-Перо.

Тема 7. Просветляющие покрытия, интерференционные зеркала и фильтры.

Тема 8. Световые и энергетические величины, их связь. Законы излучения абсолютно черного тела.

Тема 9. Отражение, поглощение и пропускание излучения. Измерение коэффициентов отражения и пропускания, интегрирующая сфера.

Тема 10. Датчики солнечной радиации.

Тема 11. Обобщенная схема и классификация спектральных приборов классического типа. Основные характеристики спектральных приборов.

Тема 12. Дифракционные решетки, монохроматоры и полихроматоры. Источники излучения в спектральных приборах.

Тема 13. Спектрометры и спектрофотометры. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников по спектрам поглощения. Оценка толщины пленок по спектрам отражения.

Тема 14. Устройство и принцип работы Фурье-спектрометра.

Тема 15. Физическая природа ИК спектров поглощения и спектров комбинационного рассеяния.

Тема 16. Поляризация света. Получение поляризованного света, поляризационные элементы. Математическое описание поляризации, анализ поляризованного света.

Тема 17. Эллисометрия, принцип работы эллисометра.

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

Тема 1. Оптические методы исследования в технологии солнечных элементов и модулей.

Тема 2. Распространение оптического излучения в диэлектриках.

Тема 3. Явления на границе раздела сред.

Тема 4. Распространение оптического излучения в проводящих средах, отражение от поверхности металлов.

Тема 5. Двухлучевая интерференция, интерферометр Майкельсона.

Тема 6. Многолучевая интерференция, интерферометр Фабри-Перо.

Тема 7. Просветляющие покрытия, интерференционные зеркала и фильтры.

Тема 8. Световые и энергетические величины, их связь. Законы излучения абсолютно черного тела.

Тема 9. Отражение, поглощение и пропускание излучения. Измерение коэффициентов отражения и пропускания, интегрирующая сфера.

Тема 10. Датчики солнечной радиации.

Тема 11. Обобщенная схема и классификация спектральных приборов классического типа. Основные характеристики спектральных приборов.

Тема 12. Дифракционные решетки, монохроматоры и полихроматоры. Источники излучения в спектральных приборах.

Тема 13. Спектрометры и спектрофотометры. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников по спектрам поглощения. Оценка толщины пленок по спектрам отражения.

Тема 14. Устройство и принцип работы Фурье-спектрометра.

Тема 15. Физическая природа ИК спектров поглощения и спектров комбинационного рассеяния.

Тема 16. Поляризация света. Получение поляризованного света, поляризационные элементы. Математическое описание поляризации, анализ поляризованного света.

Тема 17. Эллипсометрия, принцип работы эллипсометра.

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 контроли-руемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1. Оптические методы исследования в технологии солнечных элементов и модулей.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 2. Распространение оптического излучения в диэлектриках.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 3. Явления на границе раздела сред.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 4. Распространение оптического излучения в проводящих средах, отражение от поверхности металлов.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 5. Двухлучевая интерференция, интерферометр Майкельсона.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 6. Многолучевая интерференция, интерферометр Фабри-Перо.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 7. Просветляющие покрытия, интерференционные зеркала и фильтры.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 8. Световые и энергетические величины, их связь. Законы излучения абсолютно черного тела.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 9. Отражение, поглощение и пропускание излучения. Измерение коэффициентов отражения и пропускания, интегрирующая сфера.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 10. Датчики солнечной радиации.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 11. Обобщенная схема и классификация спектральных приборов классического типа. Основные характеристики спектральных приборов.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 12. Дифракционные решетки, монохроматоры и полихроматоры. Источники</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>излучения в спектральных приборах.</i>		
<i>Тема 13. Спектрометры и спектрофотометры. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников по спектрам поглощения. Оценка толщины пленок по спектрам отражения.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 14. Устройство и принцип работы Фурье-спектрометра.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 15. Физическая природа ИК спектров поглощения и спектров комбинационного рассеяния.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 16. Поляризация света. Получение поляризованного света, поляризационные элементы. Математическое описание поляризации, анализ поляризованного света.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 17. Эллипсометрия, принцип работы эллипсометра.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная 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. Энергетические величины в оптике.
2. Световые величины в оптике.
3. Закон Ламберта, идеальная рассеивающая поверхность.
4. Законы излучения абсолютно черного тела (АЧТ).
5. Отражение, поглощение и пропускание излучения. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
6. Диффузное отражение и пропускание, haze-фактор. Фотометрический шар.
7. Пиргелиометры и термоэлектрические актинометры.
8. Пиранометры.
9. Спектральные приборы классического типа. Функция пространственно спектрального кодирования.
10. Аппаратная функция спектрального прибора.
11. Основные характеристики спектральных систем. Разрешающая способность, дисперсия.
12. Вогнутая дифракционная решетка
13. Источники излучения в спектральных приборах.

14. Поляризаторы и анализаторы.
15. Фазовые пластинки.
16. Метод матриц Джонса.
17. Метод матриц Мюллера.
18. Анализ поляризованного излучения.
19. Принцип работы эллипсометра. PSA и PCSA эллипсометры. Спектроэллипсометры.

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

1. Электромагнитное поле в вакууме. Волновое уравнение. Связь E и B.
2. Плотность потока электромагнитных волн. Усреднения в оптике.
3. Распространение электромагнитных волн в изотропных средах. Поляризация среды и затухание.
4. Основное уравнение дисперсии и его анализ. Область нормальной дисперсии.
5. Основное уравнение дисперсии и его анализ. Область аномальной дисперсии.
6. Квазимонохроматический свет. Спектральные линии излучения атомов. Групповая скорость.
7. Явления на границе раздела сред. Падение излучения по нормали.
8. Явление Брюстера. Поляризация света при отражении и преломлении.
9. Явление полного внутреннего отражения (ПВО). Ослабленное ПВО. Поляризация излучения при ПВО.
10. Распространение оптического излучения в проводящих средах. Отражение от поверхности металла.
11. Интерференция, реализуемая делением амплитуды. Интерференция в пластинах. Полосы равной толщины и равного наклона.
12. Интерферометр Майкельсона. Интерферометр Маха-Цендера.
13. Интерференция, реализуемая делением волнового фронта. Рефрактометр Рэлея.
14. Основные принципы Фурье-спектрометрии.
15. Многолучевая интерференция. Интерферометр Фабри-Перо.
16. Диэлектрические интерференционные слои. Просветление оптики. Интерференционные зеркала. Интерференционные фильтры.
17. Кардинальные элементы оптической системы. Построение изображений, увеличения в оптических системах. Формулы Гаусса и Ньютона.
18. Оптические системы. Линза и ее характеристики. Линза Френеля.
19. Оптический диапазон длин волн. Энергетические и световые величины в оптике.
20. Закон Ламберта, идеальная рассеивающая поверхность. Законы излучения абсолютно черного тела (АЧТ).
21. Отражение, поглощение и пропускание излучения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Диффузное отражение и пропускание, haze-фактор. Фотометрический шар.
22. Актинометрия. Пиргелиометры и термоэлектрические актинометры.
23. Актинометрия. Пиранометры.
24. Обобщенная оптическая схема спектрального прибора классического типа. Аппаратная функция спектрального прибора.
25. Основные характеристики спектральных систем. Разрешающая способность, дисперсия.
26. Дифракционная решетка и ее характеристики. Вогнутая дифракционная решетка
27. Призма и ее характеристики.
28. Монохроматоры и полихроматоры. Аппаратная функция монохроматора.
29. Источники излучения в спектральных приборах.
30. Поляризация света. Суперпозиция линейно-поляризованных или циркулярнополяризованных волн.
31. Поляризаторы и анализаторы. Фазовые пластинки.

32. Метод матриц Джонса и метод матриц Мюллера.

33. Поляризованного излучения. Принцип работы эллипсометра.

#### 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	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и	удовлетворительно		55-70

(достаточны й)		практически контролируемого материала			
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. Кузнецов, С. И. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики : учебное пособие / С.И. Кузнецов, А.М. Лидер. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2024. — 212 с. - ISBN 978-5-9558-0350-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2120774>.
2. Спектральные методы анализа: Учебное пособие / Пашкова Е.В., Волосова Е.В., Шипуля А.Н. - Москва :СтГАУ - "Агрус", 2017. - 56 с.: ISBN. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/976630>. – Режим доступа: по подписке.

### **Дополнительная литература**

- 1) Бутиков Е.И. Оптика.- СПб.: ВНУ, 2003.-480 с.
- 2) Зайдель А.Н., Островская Г.В., Островский Ю.Н. Техника и практика спектроскопии.- М.: Наука. Гл.ред.физ.-мат. литературы, 1976.- 392 с.
- 3) Нагибина И. М. Спектральные приборы и техника спектроскопии [Текст] : учеб.пособие для вузов / И. М. Нагибина, В. К. Прокофьев. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М. : Машиностроение, 1967
- 4) Аззам Р.М., Башара Н.М. Эллипсометрия и поляризованный свет.- М.: Мир, 1981.
- 5) Василевский А.М., Коноплев Г.А. Панов М.Ф. Оптико-физические методы исследований :учеб. пособие -СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. 60 с.- <https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/643>
- 6) Василевский А.М., Коноплев Г.А. Панов М.Ф. Оптико-физические методы исследований: метод. указания к лабораторным работам - СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. 56 с.- <https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/642>
- 7) Ландсберг Г.С. Оптика.- М.: Физматлит, 2003.
- 8) Тарасов К. И. Спектральные приборы – М: Изд-во Машиностроение, 1968, 388 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.

## 1. Наименование дисциплины: «Технологии роста монокристаллов».

Цель дисциплины: ознакомление с технологиями роста монокристаллов в их современном состоянии, экономическими аспектами технологических процессов.

## 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные методы получения кристаллов,</li><li>- особенности роста полупроводниковых кристаллов.</li><li>- оборудовании для роста кристаллов для солнечной энергетики.</li><li>- методы пост ростовой обработки кристаллов для последующих процессов при создании электронных приборов.</li><li>- методы контроля качества кристаллов.</li><li>- экономические аспекты производства кристаллов для электронных приборов</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- характеризовать особенности различных методов роста монокристаллов,</li><li>- выбрать методы контроля качества кристаллов,</li><li>- определить основные требования при организации производства кристаллов.</li></ul> <p>Студент должен <b>владеть</b> навыками</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основных методов роста кристаллов для солнечной энергетики</li></ul>
<i>ПК-2 Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования</i>	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные методы получения кристаллов,</li><li>- особенности роста полупроводниковых кристаллов.</li><li>- оборудовании для роста кристаллов для солнечной энергетики.</li><li>- методы пост ростовой обработки кристаллов для последующих процессов при создании электронных приборов.</li><li>- методы контроля качества кристаллов.</li></ul>

	<p><i>ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i></p>	<p>- экономические аспекты производства кристаллов для электронных приборов</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- характеризовать особенности различных методов роста монокристаллов,</li> <li>- выбрать методы контроля качества кристаллов,</li> <li>- определить основные требования при организации производства кристаллов.</li> </ul> <p>Студент должен <b>владеть</b> навыками</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основных методов роста кристаллов для солнечной энергетики</li> </ul>
--	---	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технологии роста монокристаллов» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	Тема 1. Введение в рост кристаллов	История развития методов кристаллизации. Становление промышленных технологий. Фазовые переходы и зародышевое образование новой фазы. Нормальный и послыйный рост кристаллов. Диффузионный и кинетический режимы роста. Ростовые ступени. Скорость роста
2	Тема 2. Рост кристаллов. Основные понятия. Термины и определения	Рост кристаллов и дефекты в кристаллах. Однокомпонентная и многокомпонентная кристаллизация. Классификация методов выращивания объемных кристаллов. Способы выращивания: Чохральского, Киропулоса, Бриджмена-Стокбаргера, Степанова и др.
3	Тема 3. Рост из однокомпонентных систем	Кристаллизация из собственного расплава. Сублимация-конденсация
4	Тема 4. Рост из многокомпонентных систем	Рост из растворов. Эпитаксиальные процессы.
5	Тема 5. Образование дефектов при росте кристаллов и взаимосвязь между условиями роста и кристаллической структурой	Основные типы ростовых дефектов: включения другой фазы, неоднородность состава, дислокации двойники. Влияние морфологии грани на образование дефектов. Захват примесей. Возможности управления дефектной структурой.
6	Тема 6. Технология роста кристаллов кремния для солнечной энергетики.	Оборудование для роста больших объемных кристаллов. Подходы для снижения цены производства в получении кристаллов. Бездислокационные кристаллы в методе Чохральского, при точечном затравлении и моно-лайн кристаллы при затравлении по поверхности кристалла-затравки.
7	Тема 7. Современные технологии роста тонкопленочных полупроводников. Принципы работы эпитаксиальных установок: газотранспортных и молекулярно-лучевых.	Методы получения монокристаллических пленок, эпитаксиальный рост. Установки для эпитаксии. Газотранспортная и молекулярно-лучевая эпитаксия.
8	Тема 8. Методы исследования кристаллической структуры и электронных свойств выращенных кристаллов	Методы диагностики кристаллов. Дифракция рентгеновских лучей и электронов. Определение кристаллографической ориентации кристаллов, оценка концентрации структурных дефектов. Основные

		<i>методы определения типов проводимости , способы контроля концентрации и подвижности носителей.</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 рост кристаллов.*

*Тема 2. Рост кристаллов. Основные понятия. Термины и определения*

*Тема 3. Рост из однокомпонентных систем*

*Тема 4. Рост из многокомпонентных систем*

*Тема 5. Образование дефектов при росте кристаллов и взаимосвязь между условиями роста и кристаллической структурой.*

*Тема 6. Технология роста кристаллов кремния для солнечной энергетики*

*Тема 7. Современные технологии роста тонкопленочных полупроводников.*

*Принципы работы эпитаксиальных установок: газотранспортных и молекулярно-лучевых*

*Тема 8 Методы исследования кристаллической структуры и электронных свойств выращенных кристаллов.*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

### **1. Введение в рост кристаллов.**

*История развития методов кристаллизации. Становление промышленных технологий. Фазовые переходы и зародышевое образование новой фазы. Нормальный и послыйный рост кристаллов. Диффузионный и кинетический режимы роста. Ростовые ступени. Скорость роста*

### **2. Рост кристаллов. Основные понятия. Термины и определения**

*Рост кристаллов и дефекты в кристаллах. Однокомпонентная и многокомпонентная кристаллизация. Классификация методов выращивания объемных кристаллов. Способы выращивания: Чохральского, Киропулоса, Бриджмена-Стокбаргера, Степанова и др..*

### **3. Рост из однокомпонентных систем**

*Кристаллизация из собственного расплава . Сублимация-конденсация*

### **4. Рост из многокомпонентных систем**

*Рост из растворов. Эпитаксиальные процессы.*

### **5. Образование дефектов при росте кристаллов и взаимосвязь между условиями роста и кристаллической структурой**

*Основные типы ростовых дефектов: включения другой фазы, неоднородность состава, дислокации двойники. Влияние морфологии грани на образование дефектов. Захват примесей. Возможности управления дефектной структурой.*

### **6. Технология роста кристаллов кремния для солнечной энергетики**

*Оборудование для роста больших объемных кристаллов. Подходы для снижения цены производства в получении кристаллов. Бездислокационные кристаллы в методе Чохральского , при точечном затравлении и моно-лайн кристаллы при затравлении по поверхности кристалла-затравки.*

### **7. Современные технологии роста тонкопленочных полупроводников.**

**Принципы работы эпитаксиальных установок: газотранспортных и молекулярно-лучевых.**

*Методы получения монокристаллических пленок, эпитаксиальный рост. Установки для эпитаксии. Газотранспортная и молекулярно-лучевая эпитаксия.*

### **8. Методы исследования кристаллической структуры и электронных свойств выращенных кристаллов**

*Методы диагностики кристаллов. Дифракция рентгеновских лучей и электронов. Определение кристаллографической ориентации кристаллов, оценка концентрации структурных дефектов. Основные методы определения типов проводимости, способы контроля концентрации и подвижности носителей.*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

Тема 1. Введение в рост кристаллов.

Тема 2. Рост кристаллов. Основные понятия. Термины и определения

Тема 3. Рост из однокомпонентных систем

Тема 4. Рост из многокомпонентных систем

Тема 5. Образование дефектов при росте кристаллов и взаимосвязь между условиями роста и кристаллической структурой.

Тема 6. Технология роста кристаллов кремния для солнечной энергетики

Тема 7. Современные технологии роста тонкопленочных полупроводников.

Принципы работы эпитаксиальных установок: газотранспортных и молекулярно-лучевых

Тема 8 Методы исследования кристаллической структуры и электронных свойств выращенных кристаллов.

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

Тема 1. Введение в рост кристаллов.

Тема 2. Рост кристаллов. Основные понятия. Термины и определения

Тема 3. Рост из однокомпонентных систем

Тема 4. Рост из многокомпонентных систем

Тема 5. Образование дефектов при росте кристаллов и взаимосвязь между условиями роста и кристаллической структурой.

Тема 6. Технология роста кристаллов кремния для солнечной энергетики

Тема 7. Современные технологии роста тонкопленочных полупроводников.

Принципы работы эпитаксиальных установок: газотранспортных и молекулярно-лучевых

Тема 8 Методы исследования кристаллической структуры и электронных свойств выращенных кристаллов.

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 рост кристаллов.</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 2. Рост кристаллов. Основные понятия. Термины и определения</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 3. Рост из однокомпонентных систем</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 4. Рост из многокомпонентных систем</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 5. Образование дефектов при росте кристаллов и взаимосвязь между условиями роста и кристаллической структурой.</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 6. Технология роста кристаллов кремния для солнечной энергетики</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 7. Современные технологии роста тонкопленочных полупроводников. Принципы работы эпитаксиальных установок: газотранспортных и молекулярно-лучевых</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 8 Методы исследования кристаллической структуры и электронных свойств выращенных кристаллов</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Самостоятельная 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**

*Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:*

- 1. Что представляет собой ближний и дальний порядок в жидких и твердых телах?*
- 2. Что такое кристаллы, и какие классы кристаллов вы знаете?*
- 3. Укажите основные способы получения объемных кристаллов.*
- 4. Укажите основные способы получения тонких кристаллических слоев для электроники.*
- 5. Основные факторы успешного развития производства кристаллов?*
- 6. Какие теоретические модели, описывающие рост кристаллов вы знаете?*
- 7. Укажите методы диагностики кристаллов для контроля их качества.*
- 8. Роль анизотропии в кристаллах.*
- 9. Какие требования предъявляются к кристаллам для солнечной энергетики?*
- 10. Виды постростовых обработок кристаллов. Технологические процессы от кристалла к прибору.*

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

1. Кристаллизация из расплава, методы выращивания
2. Кристаллизация из газовой фазы, методы выращивания.
3. Кристаллизация из растворов (раствор-расплавов).
4. Кристаллы сапфира и их свойства, способы получения, применения
5. Кристаллы нитрида галлия и их свойства, способы получения, применения
6. Кристаллы нитрида алюминия и их свойства, способы получения, применения
7. Кристаллы кремния и их свойства, способы получения, применения
8. Кристаллы германия и их свойства, способы получения, применения
9. Кристаллы оксида галлия и их свойства, способы получения, применения
10. Полупроводниковые кристаллы и их применения
11. Природные формы кристаллов, минералы.
12. Обработка кристаллов для технических применений
13. Поликристаллы, монокристаллы, моно-лаик кристаллы, достоинства и недостатки
14. Газофазная и молекулярно-пучковая эпитаксия, особенности технологии.

### 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 найденных	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. Смирнов, В. И. Физика полупроводниковых приборов : учебное пособие / В. И. Смирнов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 212 с. - ISBN 978-5-9729-1241-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2102020>. – Режим доступа: по подписке.
2. Физические свойства материалов : учебное пособие / В. И. Грызунов, Т. И. Грызунова, О. А. Клецова, С. Е. Крылова [и др.]. - 3-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА, 2020. - 248 с. - ISBN 978-5-9765-2404-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1149067>. – Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература

- 1) Зегря Г.Г., Перель В.И. Основы физики полупроводников.-М.:Физматлит, 2008 -335
- 2) Выращивание кристалловолокон из расплава под редакцией Ц.Фукуды, П.Рудольфа, С.Уды, перевод с английского, Москва ФИЗМАТЛИТ, 2009. -368
- 3) Никитин М. А. Обработка результатов физического эксперимента : метод. указания к лаб. работам/ М. А. Никитин, В. А. Бессонов, Ж. Ю. Нестерова; Калинингр. гос. ун-т. - Калининград: Изд-во КГУ, 2004. -36 с.: ил.
- 4) Фольмер М. Кинетика образования новой фазы.-м.:Наука,1986. -205
- 5) Шаскольская М.П. Кристаллография.- М.: Высшая школа, 1984.-386
- 6) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин Кн. 3 : Термодинамика. Статистическая физика. Строение вещества. -1 о=эл. опт. диск, 367, [3] с.
- 7) Багдасаров Х. Г. Высокотемпературная кристаллизация из расплава М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. -160 С
- 8) Калашников Е. В. Рост и физические свойства кристаллов: учебное пособие /; М-во образования и науки РФ, СПбНИУ ИТМО, [Каф. светодиод. технологий] .— СПб. : НИУ

ИТМО, 2013 .— 117, [3] с. : ил. — (Национальный исследовательский университет ИТМО) .— -117

9) Козлова О.Г. Рост и морфология кристаллов. –М.: Мир. 1990.-356

10) Любалин М. Д. Рост кристаллов в расплаве. Кристаллографический анализ и эксперимент СПб, 2008. -391

11) Портнов В.Н., Чупрунов Е. В. Возникновение и рост кристаллов, Москва ФИЗМАТЛИТ, 2006 -328

12) Федоров О. П. Процессы роста кристаллов: кинетика формообразование, неоднородности Киев, Наукова думка, 2010. -208

#### **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: «Материаловедение и технологии наноматериалов».

Цель дисциплины: овладение студентами знаний о концептуальных закономерностях формирования структуры новых функциональных материалов, ознакомление с актуальными проблемами современного теоретического и экспериментального материаловедения в Российской Федерации, с новыми теоретическими подходами и принципами дизайна материалов с заданными свойствами, современными технологиями производства и обработки наноматериалов, формирование мировоззрения на основе знания роли науки и техники в развитии общества; воспитание навыков культуры производства наноматериалов с учётом экологических и экономических аспектов.

## 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	<p>Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b>:</p> <p>физико-механические, поверхностные, электромагнитные свойства функциональных материалов, в том числе, для элементов солнечной энергетики;</p> <p>основные типы испытаний функциональных материалов, в том числе для элементов солнечной энергетики;</p> <p>основные связи между структурой материалов и технологическими процессами, обеспечивающими заданные свойства функциональных материалов, в том числе для элементов солнечной энергетики.</p> <p>Студент должен <b>уметь</b>:</p> <p>выполнить испытания образцов материалов для элементов солнечной энергетики</p> <p>выбирать вспомогательные и расходные материалы в процессе испытаний образцов;</p> <p>выбирать контрольное, измерительное и испытательное оборудование;</p> <p>оценивать функциональные свойства материалов, в том числе для элементов солнечной энергетики на основе анализа результатов испытаний</p> <p>Студент должен <b>владеть</b>:</p>

		навыками организовывать процесс испытания образцов; навыками анализировать результаты испытаний функциональных материалов, в том числе для элементов солнечной энергетики
--	--	--

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Материаловедение и технологии наноматериалов» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<p><i>Тема 1. Введение. Научно-технический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения.</i></p>	<p><i>Современные проблемы теоретического и прикладного материаловедения и технологии материалов применительно к различным областям техники и технологии. Тенденции развития современного материаловедения. Социальные, экономические, экологические аспекты крупномасштабного производства, эксплуатации и регенерации материалов.</i></p>
2	<p><i>Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы</i></p>	<p><i>Типы и классы современных и перспективных неорганических и органических материалов. Механические и физические свойства, их значение при эксплуатации изделий, стандартные испытания, свойства, как показатели качества. Приёмы химической комбинаторики. Особенности создания материалов на основе диссипативных структур (открытые системы, диссипативные структуры, хаос. Принцип Кюри, соотношения Онсагера).</i></p> <p><i>Классификация наноматериалов. Примеры возможного применения наноматериалов и нанотехнологий. Наночастицы, наноструктуры и наноматериалы. Размерные эффекты. Основы разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации наноматериалов.</i></p>

3	<p>Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы</p>	<p>Классификация пористых материалов. Способы получения ячеистых материалов. Технология процесса вспенивания. Свойства и применение волокнистых и вспененных материалов. Тонкие плёнки и покрытия. Свойства тонких плёнок. Классификация покрытий и их назначение. Сверхтвёрдые материалы. Синтетические алмазы. Методы получения. Механизмы фазового превращения «графит-алмаз». Свойства плёнок и кристаллов. Применение синтетических алмазов. Кристаллы на основе <math>B_4N</math>, <math>C_3N_4</math> и др. Биоматериалы. Требования к биоматериалам. Классификация биокерамики по отношению к живой ткани. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью. Применения различных видов керамики в медицине. Стекло и аморфные материалы. Механизмы стеклообразования. Эмпирические правила классификации компонентов стекол. Аморфные металлы и металлические стёкла. Стеклокерамика. Реальная структура силикатных, боратных и фосфатных стекол. Высокочистые стёкла для световодов. Фотохромные стёкла. Прозрачная стеклокерамика. Аморфные полупроводники, технология ксерокса. Стали с метастабильным аустенитом и сплавы с памятью формы. Структура и свойства. Механизм эффекта памяти формы. Технологии изготовления. Области применения</p>
---	---	--

4	<p>Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы</p>	<p>Классификация керамических электротехнических материалов. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики и пьезоэлектрики. Примеры. Технологии изготовления и области применения сегнетоэлектриков, пьезоэлектриков и пьезоэлектриков. Жидкие кристаллы. Мономеры, нематики, смектики, фазовые диаграммы, хиральные структуры, LCD-дисплей, использование жидкокристаллических матриц для получения мезопористых структур, наноматериалов и биосенсоров. Полупроводники и светоизлучающие элементы. Основные типы полупроводниковых материалов. Кристаллические структуры основных полупроводниковых материалов. Принцип действия основных полупроводниковых устройств (диод, транзистор, фотоэлемент, СИЭ, лазер, преобразование солнечной энергии). Проблемы и тенденции в современной технологии полупроводников. Суперионные проводники. Применение твёрдых электролитов (источники тока на основе кобальтитов, манганитов и никелатов лития, материалы микробатарей кардиостимуляторов, топливные элементы, химические датчики). Технологии производства твёрдых электролитов. Сверхпроводящие материалы. Взаимосвязь состав — структура — свойство для высокотемпературных сверхпроводников на основе купратов. Методы получения. Области и перспективы применения. Магнитные наноматериалы. Функциональные параметры. Области применения, взаимосвязь структуры и свойств. Материалы с эффектом гигантского и колоссального магнитного сопротивления. Материалы для фотоники. Светочувствительные материалы, люминесценция, фотолюминесценция, пиро-, трибо-, электролюминесценция, оптоволокно, фотонные кристаллы, нелинейно-оптические кристаллы, болометры, фотоумножители, ночное видение, голография</p>
---	---	--

5	<i>Тема 5. Лазерная обработка материалов</i>	<i>Принцип действия и типы лазеров: газовый лазер, газодинамический лазер, полупроводниковый лазер, параметрический лазер, жидкостные лазеры. Лазерная обработка металлов. Методы лазерной наплавки порошков. Применение лазерных технологий</i>
6	<i>Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).</i>	<i>Сущность процесса электроэрозионной обработки. Сведения о единичной лунке. Расчётные формулы и зависимости параметров ЭЭО</i>
7	<i>Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов</i>	<i>Сущность процесса абразивной доводки. Области применения процесса абразивной доводки и полировки в нанометровом диапазоне. Абразивные материалы, притиры и методы доводки плоскостей деталей. Влияние технологических факторов на качественные показатели процесса доводки. Обзор схем плоскодоводочных станков</i>
8	<i>Тема 8. Сканирующая электронная микроскопия</i>	<i>Физические принципы взаимодействия электронного пучка с образцом. Схема растрового электронного микроскопа, назначение его узлов и их функционирование. Подготовка объектов для исследований и особые требования к ним. Задачи, решаемые с помощью сканирующей электронной микроскопии</i>
9	<i>Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов</i>	<i>Малоугловое рассеяние. Исследование материалов с использованием синхротронного излучения Электронная спектроскопия. Спектроскопические методы исследования структурных и энергетических характеристик поверхности Спектроскопические методы для анализа химического состава поверхности. Малоугловое рассеяние. Исследование материалов с использованием синхротронного излучения.</i>
10	<i>Тема 10. Заключение.</i>	<i>Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и наноматериалов</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. Научно-технический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения.*

*Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы.*

*Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы*

*Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы.*

*Тема 5. Лазерная обработка материалов*

*Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).*

*Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов*

*Тема 8. Сканирующая и растровая электронная микроскопия*

*Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов.*

*Тема 10. Заключение. Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и наноматериалов.*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

***Тема 1. Введение. Научно-технический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения***

*Современные проблемы теоретического и прикладного материаловедения и технологии материалов применительно к различным областям техники и технологии. Тенденции развития современного материаловедения. Социальные, экономические, экологические аспекты крупномасштабного производства, эксплуатации и регенерации материалов.*

***Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы.***

*Типы и классы современных и перспективных неорганических и органических материалов. Механические и физические свойства, их значение при эксплуатации изделий, стандартные испытания, свойства, как показатели качества. Приёмы химической комбинаторики. Особенности создания материалов на основе диссипативных структур (открытые системы, диссипативные структуры, хаос. Принцип Кюри, соотношения Онсагера).*



*Классификация наноматериалов. Примеры возможного применения наноматериалов и нанотехнологий. Наночастицы, наноструктуры и наноматериалы. Размерные эффекты. Основы разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации наноматериалов.*

### **Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы.**

*Классификация пористых материалов. Способы получения ячеистых материалов. Технология процесса вспенивания. Свойства и применение волокнистых и вспененных материалов. Тонкие плёнки и покрытия. Свойства тонких плёнок. Классификация покрытий и их назначение. Сверхтвёрдые материалы. Синтетические алмазы. Методы получения. Механизмы фазового превращения «графит-алмаз». Свойства плёнок и кристаллов. Применение синтетических алмазов. Кристаллы на основе B<sub>4</sub>N, C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> и др. Биоматериалы. Требования к биоматериалам. Классификация биокерамики по отношению к живой ткани. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью. Применения различных видов керамики в медицине. Стекло и аморфные материалы. Механизмы стеклообразования. Эмпирические правила классификации компонентов стекол. Аморфные металлы и металлические стёкла. Стеклокерамика. Реальная структура силикатных, боратных и фосфатных стекол. Высокоочищенные стёкла для световодов. Фотохромные стёкла. Прозрачная стеклокерамика. Аморфные полупроводники, технология ксерокса. Стали с метастабильным аустенитом и сплавы с памятью формы. Структура и свойства. Механизм эффекта памяти формы. Технологии изготовления. Области применения.*

### **Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы.**

*Классификация керамических электротехнических материалов. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики и пьезоэлектрики. Примеры. Технологии изготовления и области применения сегнетоэлектриков, пьезоэлектриков и пьезоэлектриков. Жидкие кристаллы. Мономеры, нематики, смектики, фазовые диаграммы, хиральные структуры, LCD-дисплей, использование жидкокристаллических матриц для получения мезопористых структур, наноматериалов и биосенсоров. Полупроводники и светоизлучающие элементы. Основные типы полупроводниковых материалов. Кристаллические структуры основных полупроводниковых материалов. Принцип действия основных полупроводниковых устройств (диод, транзистор, фотоэлемент, СИЭ, лазер, преобразование солнечной энергии). Проблемы и тенденции в современной технологии полупроводников. Суперионные проводники. Применение твёрдых электролитов (источники тока на основе кобальтитов, манганитов и никелатов лития, материалы микробатарей кардиостимуляторов, топливные элементы, химические датчики). Технологии производства твёрдых электролитов. Сверхпроводящие материалы. Взаимосвязь состав — структура — свойство для высокотемпературных сверхпроводников на основе купратов. Методы получения. Области и перспективы применения. Магнитные наноматериалы. Функциональные параметры. Области применения, взаимосвязь структуры и свойств. Материалы с эффектом гигантского и колоссального магнитного сопротивления. Материалы для фотоники. Светочувствительные материалы, люминесценция, фотолюминесценция, пиро-, трибо-, электролюминесценция, оптоволокно, фотонные кристаллы, нелинейно-оптические кристаллы, болометры, фотоумножители, ночное видение, голография.*

### **Тема 5. Лазерная обработка материалов.**

*Принцип действия и типы лазеров: газовый лазер, газодинамический лазер, полупроводниковый лазер, параметрический лазер, жидкостные лазеры. Лазерная обработка металлов. Методы лазерной наплавки порошков. Применение лазерных технологий.*

#### **Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).**

*Сущность процесса электроэрозионной обработки. Сведения о единичной лунке. Расчётные формулы и зависимости параметров ЭЭО.*

#### **Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов.**

*Сущность процесса абразивной доводки. Области применения процесса абразивной доводки и полировки в нанометровом диапазоне. Абразивные материалы, притиры и методы доводки плоскостей деталей. Влияние технологических факторов на качественные показатели процесса доводки. Обзор схем плоскододовочных станков.*

#### **Тема 8. Сканирующая электронная микроскопия.**

*Физические принципы взаимодействия электронного пучка с образцом. Схема растрового электронного микроскопа, назначение его узлов и их функционирование. Подготовка объектов для исследований и особые требования к ним. Задачи, решаемые с помощью сканирующей электронной микроскопии.*

#### **Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов.**

*Малоугловое рассеяние. Исследование материалов с использованием синхротронного излучения. Электронная спектроскопия. Спектроскопические методы исследования структурных и энергетических характеристик поверхности. Спектроскопические методы для анализа химического состава поверхности. Малоугловое рассеяние. Исследование материалов с использованием синхротронного излучения.*

#### **Тема 10. Заключение.**

*Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и наноматериалов.*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

Тема 1. Введение. Научно-технический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения

Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы.

Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы.

Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы.

Тема 5. Лазерная обработка материалов.

Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).

Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов.

Тема 8. Сканирующая электронная микроскопия.

Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов.

Тема 10. Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и наноматериалов.

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

Тема 1. Введение. Научно-технический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения

Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы.

Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы.

Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы.

Тема 5. Лазерная обработка материалов.

Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).

Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов.

Тема 8. Сканирующая электронная микроскопия.

Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов.

Тема 10. Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и наноматериалов.

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. Научно-технический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа Тестовые задания</i>
<i>Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 5. Лазерная обработка материалов</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО)</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 8. Сканирующая и растровая электронная микроскопия</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа</i>

Тема 10. Заключение. Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и наноматериалов	ПК-1	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

Материалы для оценки знаний (типовые тестовые задания)

**№ 1. К какой группе металлов принадлежит железо и его сплавы?**

А) К тугоплавким. В) К черным. С) К диамагнетикам. D) К металлам с высокой удельной прочностью.

**№ 2. Какой из приведенных ниже металлов (сплавов) относится к черным?**

А) Латунь. В) Коррозионноустойчивая сталь. С) Баббит. D) Дуралюмины.

**№ 3. Как называют металлы с температурой плавления выше температуры плавления железа?**

А) Тугоплавкими. В) благородными. С) Черными. D) Редкоземельными.

**№ 4. К какой группе металлов относится вольфрам?**

А) К актиноидам. В) К благородным. С) К редкоземельным. D) К тугоплавким.

**№ 5. В какой из приведенных ниже групп содержится только тугоплавкие металлы?**

А) Никель, алюминий. В) Титан, актиний. С) Молибден, цирконий. D) Вольфрам, железо.

**№ 6. К какой группе металлов (сплавов) относится магний?**

А) К легкоплавким. В) К благородным. С) К легким. D) К редкоземельным.

**№ 7. В какой из приведенных ниже групп содержатся только легкие металлы?**

А) Титан, медь. В) Серебро, хром. С) Алюминий, олово. D) Магний, бериллий.

**№ 8. В какой из приведенных ниже групп содержатся только легкоплавкие металлы?**

А) Индий, магний В) Олово, свинец. С) Сурьма, никель. D) Цинк, кобальт.

**№ 9. Что является одним из признаков металлической связи?**

А) Скомпенсированность собственных моментов электронов. В) Образование кристаллической решетки. С) Обобществление валентных электронов в объеме всего тела. D) Направленность межатомных связей.

**№ 10. Какое свойство металлов может быть объяснено отсутствием направленности межатомных связей?**

А) Парамагнетизм. В) Электропроводность. С) Анизотропностью. D) Высокая компактность.

**№ 11. Какой из признаков принадлежит исключительно металлам?**

А) Металлический блеск. В) Наличие кристаллической структуры. С) Высокая электропроводность. D) Прямая зависимость электросопротивления от температуры.

**№ 12. Чем объясняется высокая теплопроводность металлов?**

А) Наличием незаполненных подуровней в валентной зоне. В) Взаимодействием ионов, находящихся в узлах кристаллической решетки. С) Дрейфом электронов. D) Нескомпенсированностью собственных моментов электронов.

**№ 13. Что такое магнитный домен?**

А) Единица размера металлического зерна. В) Область спонтанной намагниченности ферромагнетика. С) Вид дефекта кристаллической структуры. D) Участок металлического зерна с ненарушенной кристаллической решеткой.

## Кристаллическое строение металлов и дефекты кристаллических структур

№ 14. Что такое элементарная кристаллическая ячейка?

- А) Тип кристаллической решетки, характерный для данного химического элемента.  
В) Минимальный объем кристаллической решетки, при трансляции которого по координатным осям можно воспроизвести всю решетку. С) Кристаллическая ячейка, содержащая один атом.  
D) Бездефектная (за исключением точечных дефектов) область кристаллической решетки.

№ 15. Что такое базис кристаллической решетки?

- А) Минимальный объем кристаллической решетки, при трансляции которого по координатным осям можно воспроизвести всю решетку. В) Расстояние между соседними одноименными кристаллическими плоскостями. С) Число атомов, находящихся на наименьшем равном расстоянии от любого данного атома. D) Совокупность значений координат всех атомов, входящих в элементарную ячейку.

№ 16. Какие из представленных на рисунке элементарных ячеек кристаллических решеток относятся к простым (рис. 2)?

- А) А и D. В) В и С. С) А и С. D) В и D.

№ 17. Какова химическая формула сплава, кристаллическая решетка которого представлена на рис. 4?

- А)  $A_2B$ . В)  $A_8B$ . С)  $A_4B$ . D)  $AB$ .

№ 18. Как называется свойство, состоящее в способности вещества существовать в различных кристаллических модификациях?

- А) Полиморфизм. В) Изомерия. С) Анизотропия. D) Текстура.

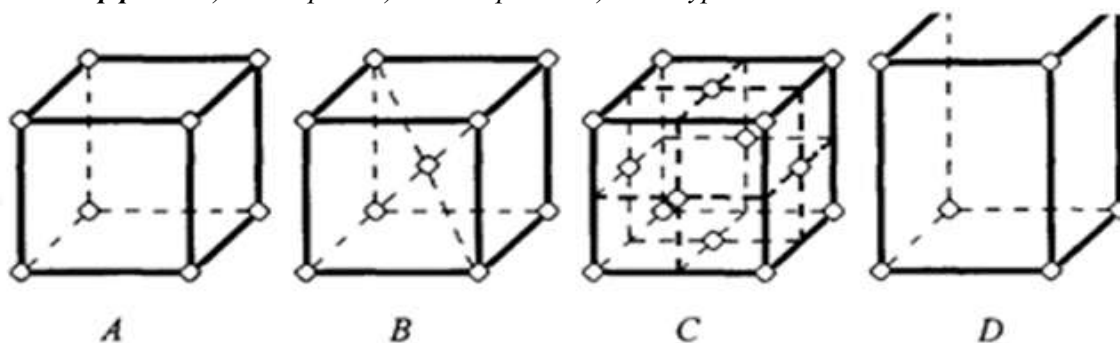


Рис. 2

№ 19. Как называется характеристика кристаллической решетки, определяющая число атомов, находящихся на наименьшем равном расстоянии от любого данного атома?

- А) Базис решетки. В) Параметр решетки. С) Коэффициент компактности. D) Координационное число.

№ 20. Каково координационное число кристаллической решетки, элементарная ячейка которой представлена на рис. 5?

- А) K8. В) K12. С) K 6. D) Г 12

№ 21. Почему вещества, обладающие кристаллической решеткой, представленного на рис. 6 типа, не образуют растворов внедрения с высокой концентрацией растворенного компонента?

- А) Из-за наличия в решетке доли ковалентной связи. В) В решетке нет крупных пор для размещения атомов примеси. С) Решетка обладает высокой степенью компактности. D) Подобные решетки образуют высококонцентрированные растворы.

№ 22. Какое из изменений характеристик кристаллической решетки приведет к росту плотности вещества?

- А) Увеличение параметров решетки. В) Уменьшение количества пор в элементарной ячейке. С) Увеличение числа атомов в ячейке. D) Увеличение координационного числа.

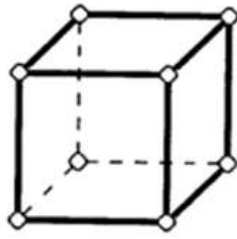


Рис. 5

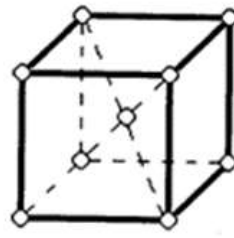


Рис. 6

№ 23. Как называется характеристика кристаллической решетки, определяющая отношение объема атомов, приходящихся на элементарную ячейку, к объему ячейки?

- А) Коэффициент компактности. В) Координационное число. С) Базис решетки.  
 D) Параметр решетки.

№ 24. Каковы индексы кристаллографического направления  $OB$  (рис. 7)?

- А)  $(121)$ . В)  $[-121]$ . С)  $[122]$ . D)  $[0,5; 1; 0,5]$ .

№ 25. Каковы кристаллографические индексы заштрихованной плоскости (рис. 8)?

- А)  $(111)$ . В)  $(011)$ . С)  $(220)$ . D)  $(100)$ .

№ 26. Как называется явление, заключающееся в неоднородности свойств материала в различных кристаллографических направлениях?

- А) Изотропность. В) Анизотропия. С) Текстура. D) Полиморфизм.

№ 27. Какие тела обладают анизотропией?

- А) Текстурированные поликристаллические материалы. В) Ферромагнитные материалы.  
 С) Поликристаллические вещества. D) Аморфные материалы.

№ 28. Какие тела обладают анизотропией?

- А) Парамагнетики. В) Монокристаллы. С) Вещества, обладающие полиморфизмом.  
 D) Переохлажденные жидкости.

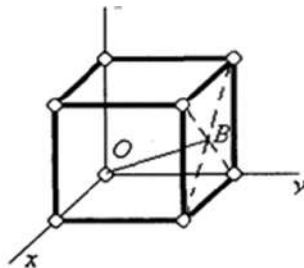


Рис. 7

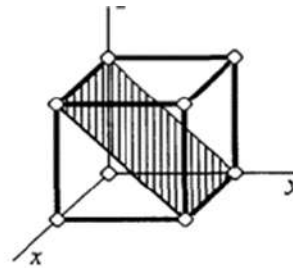


Рис. 8

№ 29. Какую группу дефектов представляют собой искажения, охватывающие области в радиусе 6 ... 7 периодов кристаллической решетки?

- А) Поверхностные. В) Объемные. С) Точечные. D) Линейные.

№ 30. Как называется дефект, вызванный отсутствием атома в узле кристаллической решетки?

- А) Дислокация. В) Пора. С) Вакансия. D) Межузельный атом.

№ 31. Какого рода дефект кристаллической структуры представлен на рис. 11?

- А) Примесный атом внедрения. В) Межузельный атом. С) Примесный атом замещения. D) Вакансия.

№ 32. Как называется элемент кристаллической структуры, помеченный на рис. 12 знаком вопроса?

- А) Плоскость скольжения. В) Краевая дислокация. С) Цепочка межузельных атомов. D) Экстраплоскость.

№ 33. Как называются дефекты, измеряемые в двух направлениях несколькими периодами, а в третьем - десятками и сотнями тысяч периодов кристаллической решетки?

- А) Межузельные атомы. В) Поверхностные дефекты. С) Дислокации. D) Микротрещины.



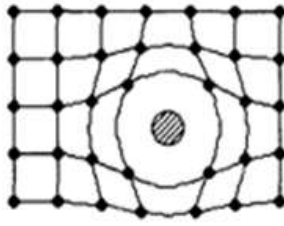


Рис. 11

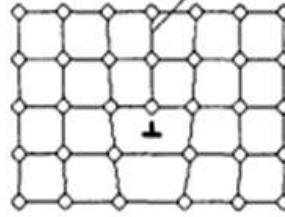


Рис. 12

**№ 34. Что такое экстраплоскость?**

А) Плоскость раздела фрагментов зерна или блоков мозаичной структуры. В) Поверхностный дефект кристаллической решетки. С) Атомная полуплоскость, не имеющая продолжения в нижней или верхней частях кристаллической решетки. D) Атомная плоскость, по которой происходит скольжение одной части кристалла относительно другой.

**№ 35. Как называется дефект, представляющий собой область искажений кристаллической решетки вдоль края экстраплоскости?**

А) Краевая дислокация. В) Цепочка вакансий. С) Микротрещина. D) Винтовая дислокация.

**№ 36 .... представляет собой переходную область в 3 ... 4 периода от кристаллической решетки одной ориентации к решетке другой ориентации". О какой структуре идет речь?**

А) Об атмосфере Коттрелла. В) О винтовой дислокации. С) О большеугловой (межзеренной) границе. D) О малоугловой (межблочной) границе.

### Теория сплавов

**№ 37. Какими факторами определяется кристаллизация?**

А) Числом частиц нерастворимых примесей и наличием конвективных потоков. В) Числом центров кристаллизации и скоростью роста кристаллов из этих центров. С) Степенью переохлаждения сплава. D) Скоростью отвода тепла.

**№ 38. Чем определяется форма зерен металла?**

А) Условиями столкновения растущих зародышей правильной формы. В) Formой частиц нерастворимых примесей, на которых протекает кристаллизация. С) Интенсивностью тепловых потоков. D) Formой кристаллических зародышей.

**№ 39. Как зависит размер зерен металла от степени переохлаждения его при кристаллизации?**

А) Чем больше степень переохлаждения, тем крупнее зерно. В) Размер зерна не зависит от степени переохлаждения. С) Чем больше степень переохлаждения, тем мельче зерно. D) Зависимость неоднозначна: с увеличением переохлаждения зерно одних металлов растет, других - уменьшается.

**№ 40. Какую структуру можно ожидать, если при кристаллизации достигнута степень переохлаждения  $n_1$  (рис 15)?**

А) Любую. Характер структуры мало зависит от степени переохлаждения. В) Аморфную.

С) Крупнокристаллическую. D) Мелкокристаллическую.

**№ 41. Как называется структура, схема которой представлена на рис. 16?**

А) Дендрит. В) Блок мозаичной структуры. С) Сложная кристаллическая решетка. D) Ледебурит.

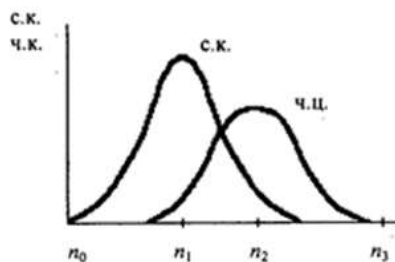


Рис. 15



Рис. 16

### Виды сплавов

№ 42. Микроструктура какого сплава представлена на рис. 17?

- A) Твердого раствора внедрения. B) Твердого раствора замещения. C) Механической смеси.  
D) Химического соединения.

№ 43. Микроструктура какого сплава представлена на рис. 18?

- A) Механической смеси. B) Чистого металла. C) Химического соединения. D) Твердого раствора.

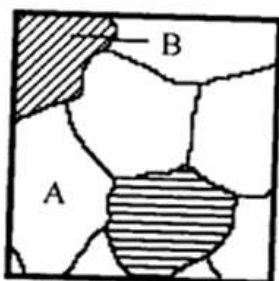


Рис. 17

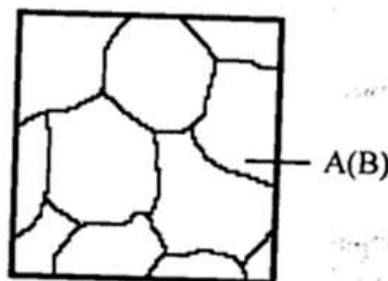


Рис. 18

№ 44. Кристаллическая решетка какого сплава представлена на рис. 19?

- A) Механической смеси. B) Твердого раствора внедрения. C) Химического соединения  
D) Твердого раствора замещения.

№ 45. Какому типу сплавов принадлежит кристаллическая решетка, представленная на рис. 20?

- A) Твердому раствору внедрения. B) Твердому раствору замещения. C) Химическому соединению.  
D) Механической смеси.

№ 46. К какому типу принадлежит сплав, кристаллическая решетка которого представлена на рис. 21?

- A) К химическим соединениям. B) К твердым растворам замещения. C) К твердым растворам внедрения. D) К механическим смесям.

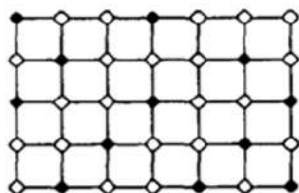
№ 47. К какому типу принадлежит сплав, кристаллическая решетка которого представлена на рис. 22?

- A) К химическим соединениям. B) К твердым растворам внедрения. C) К твердым растворам замещения. D) К механическим смесям.

№ 48. На рис. 23 представлены кристаллические решетки, принадлежащие сплавам одной системы. Какая это система?

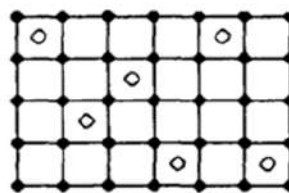
В системе...

- A) компоненты ограниченно растворяются друг в друге. B) компоненты неограниченно растворяются друг в друге. C) отсутствует взаимная растворимость компонентов. D) компоненты образуют устойчивое химическое соединение.



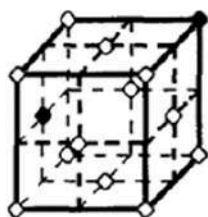
○ - компонент А  
● - компонент В

Рис. 19



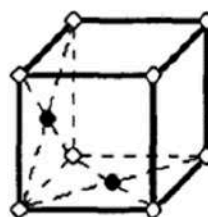
○ - компонент А  
● - компонент В

Рис. 20



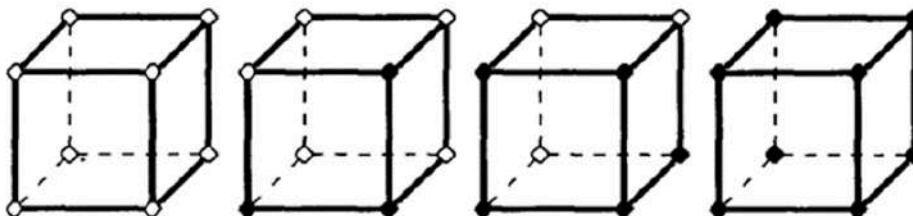
○ - компонент А  
● - компонент В

Рис. 21



○ - компонент А  
● - компонент В

Рис. 22



○ - компонент А    ● - компонент В

Рис. 23

№ 49. Для каких сплавов компонентов А и В характерно равенство  $A(B) = B(A)$ ?

- А) Для твердых растворов внедрения. В) Для механических смесей. С) Для химических соединений.  
D) Для неограниченных твердых растворов.

№ 50. Возможна ли 100-процентная концентрация растворяемого компонента в решетке растворителя?

- А) Возможна в системе с химическими соединениями. В) Нет. С) Возможна в системе механических смесей. D) Возможна в системе неограниченных твердых растворов.

№ 51. Какой вид имеет уравнение правила фаз?

- А)  $C = K + F - 1$ . В)  $C = F + K + 1$ . С)  $C = F - K + 1$ . D)  $C = K - F + 1$ .

№ 52. Каким отрезком определяется концентрация компонента А в точке  $t$  диаграммы состояния (рис. 24)?

- А)  $Am$ . В)  $fm$ . С)  $mB$ . D)  $cf$

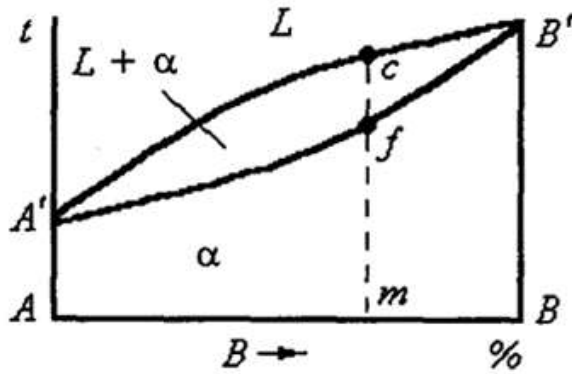


Рис. 24

№ 53. Какая диаграмма состояния представлена на рис. 25?

- A) Однокомпонентная диаграмма. B) Диаграмма с химическим соединением.  
 C) Диаграмма с отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии.  
 D) На рисунке представлена не диаграмма, а лишь ее температурная ось.

№ 54. Какая диаграмма состояния представлена на рис. 26?

- A) С неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.  
 B) С химическим соединением. C) С отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии.  
 D) С ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.

№ 55. Что такое эвтектика?

- A) Вещество, образующееся при некотором соотношении компонентов и имеющее кристаллическую решетку, отличную от решеток, составляющих эвтектику веществ.  
 B) Механическая смесь двух компонентов. C) Неограниченный твердый раствор компонентов друг в друге.  
 D) Механическая смесь, образующаяся в результате одновременной кристаллизации компонентов или твердых растворов из жидкого раствора.

№ 56. Диаграмма состояния какого типа представлена на рис. 27?

- A) С неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.  
 B) С ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.  
 C) С неустойчивым химическим соединением. D) С отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии.

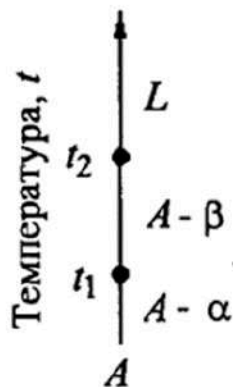


Рис. 25

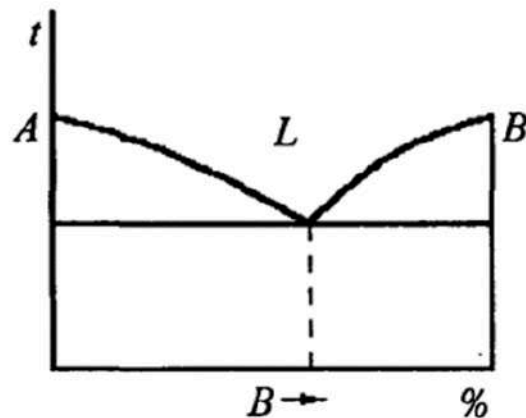


Рис. 26

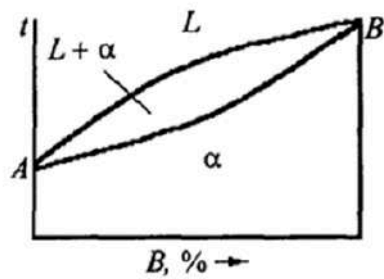


Рис. 27

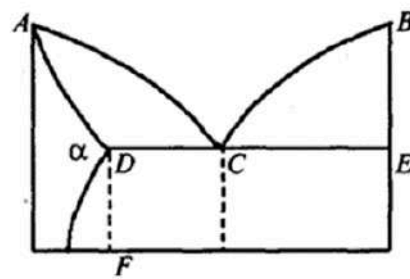


Рис. 28

№ 57. Какая диаграмма состояния представлена на рис. 28?

A) С неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.

B) С ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.

C) С химическим соединением. D) С отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии.

№ 58. Отношением каких отрезков определяется количество кристаллической фазы в сплаве / - / в точке  $\underline{b}$  (рис. 29)?

A)  $bcl/ac$ . B)  $bclab$ . C)  $ab/ac$ . D)  $ab/bc$ .

№ 59. В каком из сплавов эвтектическая реакция займет больше времени, если скорость кристаллизации во всех сплавах одинакова (рис. 30)?

A) e. B) c. C) Во всех сплавах одинаково. D) d.

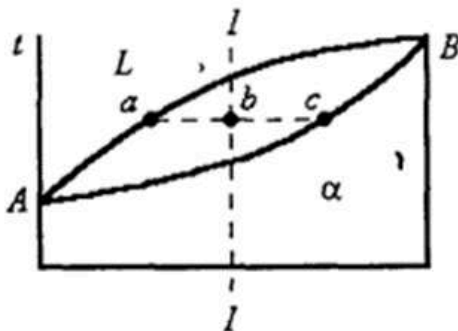


Рис. 29

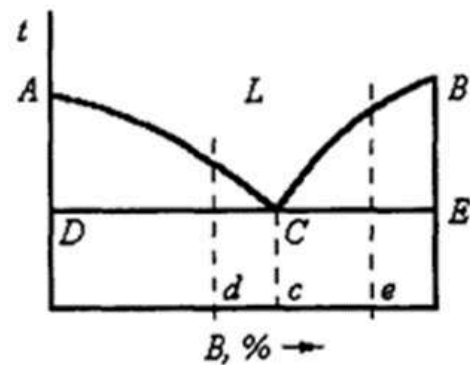


Рис. 30

№ 60. При каких температурных условиях кристаллизуются чистые металлы?

A) В зависимости от природы металла температура может снижаться в одних случаях, повышаться в других и оставаться постоянной в третьих. B) При снижающейся температуре.

C) При растущей температуре. D) При постоянной температуре.

№ 61. При каких температурных условиях кристаллизуются сплавы в системе с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии?

A) Все сплавы кристаллизуются при снижающейся температуре.

B) Кристаллизация сплавов протекает при снижающейся температуре, завершается -при постоянной. C) Все сплавы кристаллизуются при постоянной температуре.

D) Сплавы кристаллизуются при растущей температуре (из-за выделения скрытой теплоты кристаллизации).

№ 62. При каких температурных условиях кристаллизуются эвтектики в двухкомпонентных сплавах?

A) При снижающейся температуре. B) В зависимости от вида сплава температура может расти в одних случаях, снижаться в других и оставаться постоянной в третьих.

C) При постоянной температуре. D) При растущей температуре.

№ 63. Как меняется температура сплавов системы с отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии в процессе кристаллизации?

A) Снижается (кроме эвтектического сплава), завершается кристаллизация всех сплавов при постоянной температуре. B) Остается постоянной. C) Снижается. D) Снижается (кроме эвтектического сплава), завершается кристаллизация некоторых сплавов при постоянной температуре.

№ 64. В чем состоит отличие эвтектоидного превращения от эвтектического?

A) При эвтектоидном превращении возникают промежуточные фазы, при эвтектическом - механические смеси. B) Принципиальных отличий нет. Это однотипные превращения.

C) При эвтектоидном превращении распадается твердый раствор, при эвтектическом - жидкий. D) При эвтектоидном превращении из твердых растворов выделяются вторичные кристаллы, при эвтектическом - из жидкости - первичные.

№ 65. Какому сплаву (каким сплавам) принадлежит кривая охлаждения B (рис.31)?

A) d. B) a и d. C) b. D) b и c.

№ 66. Какая из приведенных структур принадлежит сплаву 1 - 1 при комнатной температуре (рис. 32)?

A) B. B) C. C) A. D) D.

№ 67. В какой из диаграмм (рис. 33) имеется неустойчивое химическое соединение?

A) D. B) C. C) B. D) A.

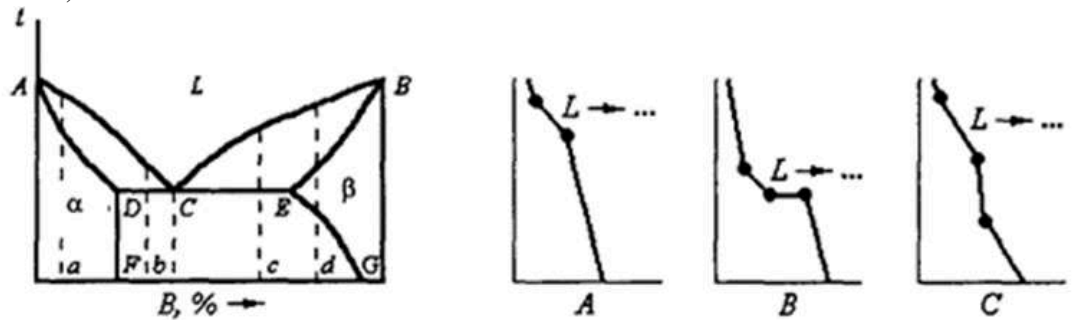


Рис. 31

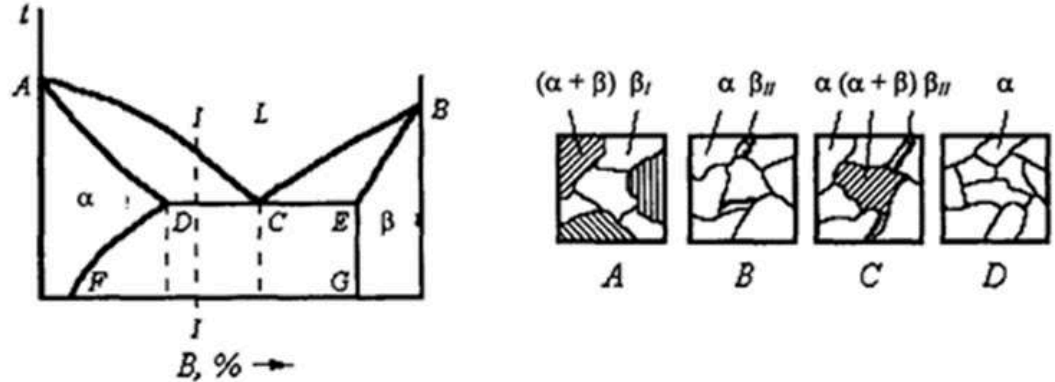


Рис. 32

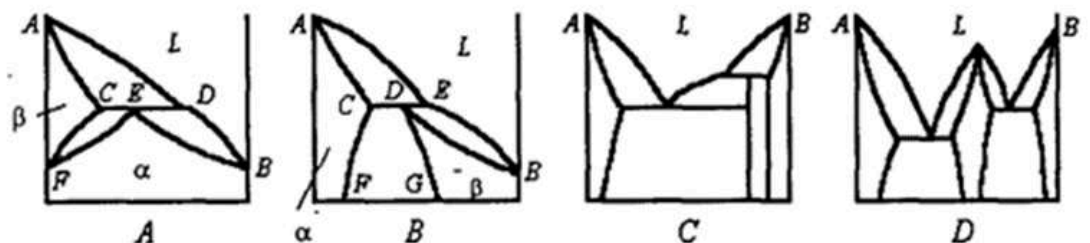


Рис. 33

№ 68. На рис. 34 представлена диаграмма состояния с полиморфным превращением компонента A. Какое из суждений о диаграмме справедливо?

A) Высокотемпературная модификация компонента A изоморфна B.

B) Тип кристаллической решетки компонента A отличен от B.

С) Низкотемпературная модификация А изоморфна компоненту В.

Д) Компонент А имеет кристаллическую решетку того же типа, что и компонент В.

№ 69. Какое из суждений относительно приведенной на рис. 35 диаграммы справедливо?

На рис. 35 приведена диаграмма...

А) А - В. Компоненты А и В неограниченно растворяются друг в друге.

В) с полиморфным превращением. Обе модификации А изоморфны компоненту В.

С) с эвтектикой. Низкотемпературная модификация А и компонент В имеют односторонние решетки.

Д) с перитектикой. Компонент А имеет полиморфное превращение. Низкотемпературная модификация А изоморфна В.

№ 70. В какой диаграмме (каких диаграммах) состояния есть полиморфное превращение (рис. 36)?

А) Д. В) А. С) С. Д) В и С.

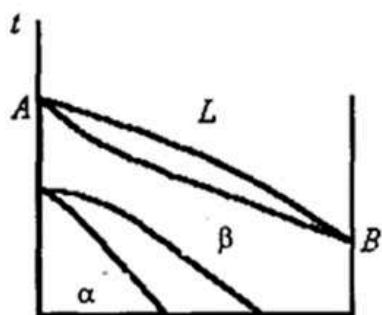


Рис. 34

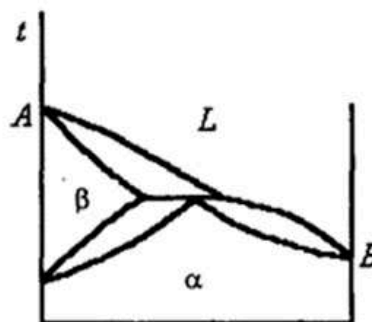


Рис. 35

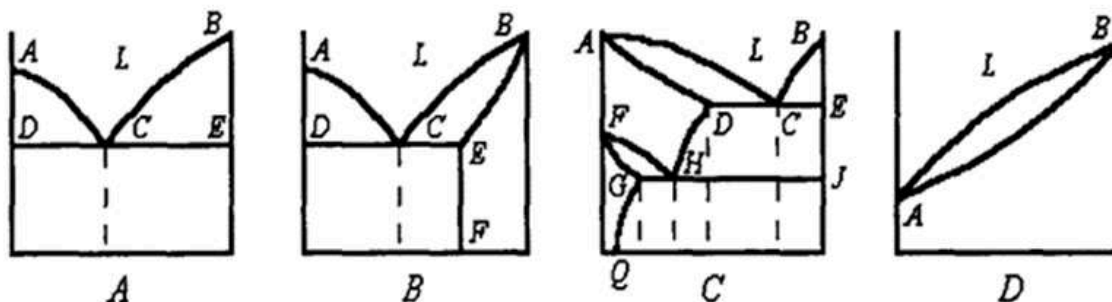


Рис. 36

№71. Каков состав сплава в точке z (рис. 37) тройной системы ABC?

А) А = 30 %, В = 60 %, С = 10 %. В) А = 10 %, В = 60 %, С = 30 %. С) А = 60 %, В = 10 %, С = 30 %.

Д) А = 10 %, В = 30%, С = 60 %. Д) Температура перехода в хрупкое состояние.

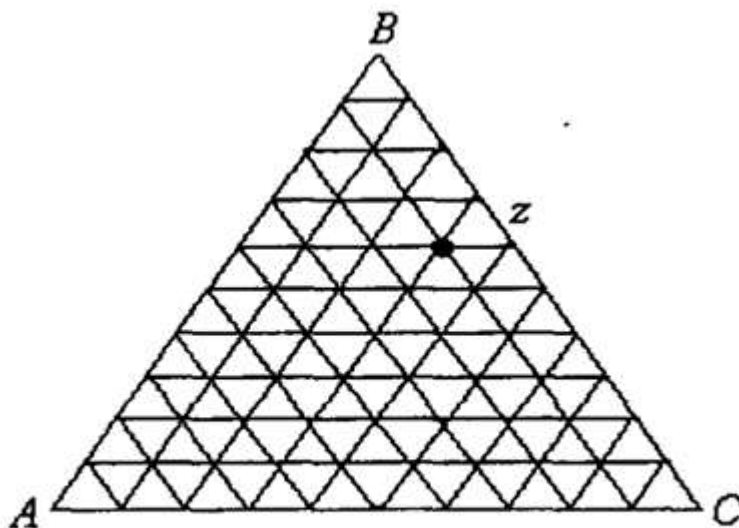


Рис. 37

**№ 72. Как влияет поверхностное упрочнение на чувствительность металла к концентраторам напряжений?**

- А) Не влияет на чувствительность. В) Характер влияния зависит от вида упрочнения.  
 С) Понижает чувствительность. D) Повышает чувствительность.

**№ 73. Что такое длительная прочность?**

- А) Напряжение, вызывающее разрушение при определенной температуре за данный отрезок времени. В) Свойство материала сопротивляться развитию постепенного разрушения, обеспечивая работоспособность детали в течение заданного времени.  
 С) Долговечность детали от момента зарождения первой макроскопической трещины усталости до разрушения.  
 D) Напряжение, вызывающее заданную скорость деформации при данной температуре.

**№ 74. Что такое предел ползучести?**

- А) Этап ползучести, предшествующий разрушению, при котором металл деформируется с постоянной скоростью. В) Напряжение, при котором пластическая деформация достигает заданной малой величины, установленной условиями. С) Напряжение, которому соответствует пластическая деформация 0,2 %. D) Напряжение, вызывающее данную скорость деформации при данной температуре.

**№ 75. Что такое удельные механические свойства?**

- А) Отношение прочностных свойств материала к его пластичности.  
 В) Отношение механических свойств материала к его плотности. С) Отношение механических свойств материала к площади сечения изделия. D) Отношение механических свойств материала к соответствующим свойствам железа.

**№ 76. Как называется явление упрочнения материала под действием пластической деформации?**

- А) Текстура. В) Улучшение. С) Деформационное упрочнение. D) Полигонизация

**№ 77. Что такое критическая степень деформации?**

- А) Степень деформации, приводящая после нагрева деформированного материала к гигантскому росту зерна. В) Степень деформации, при которой достигается наибольшая возможная плотность дефектов кристаллической структуры. С) Минимальная степень деформации, при которой запас вязкости материала становится равным нулю. D) Минимальная степень деформации, при которой рекристаллизационные процессы не вызывают роста зерна.

**№ 78. Что такое рекристаллизация? Это группа явлений, происходящих при нагреве деформированного металла и охватывающих...**

- А) процессы образования субзерен с малоугловыми границами, возникающими при скольжении и переползании дислокаций. В) все изменения кристаллического строения и связанных с ним свойств.



**С) процессы зарождения и роста новых зерен с меньшим количеством дефектов строения. D) изменения тонкой структуры (главным образом уменьшение количества точечных дефектов).**

**№ 79. Что такое отдых? Это группа явлений, происходящих при нагреве деформированного металла и охватывающих...**

**А) процессы зарождения и роста новых зерен с меньшим количеством дефектов строения. В) процессы образования субзерен с малоугловыми границами, возникающими при скольжении и переползании дислокаций. С) изменения тонкой структуры (главным образом уменьшение количества точечных дефектов). D) все изменения кристаллического строения и связанных с ним свойств.**

**№ 80. Что такое возврат?**

*Это группа явлений, происходящих при нагреве деформированного металла и охватывающих...*

**А) процессы образования субзерен с малоугловыми границами, возникающими при скольжении и переползании дислокаций. В) изменения тонкой структуры (главным образом уменьшение количества точечных дефектов). С) процессы зарождения и роста новых зерен с меньшим количеством дефектов строения. D) все изменения кристаллического строения и связанных с ним свойств.**

**№ 81. Что такое полигонизация?**

*Это группа явлений, происходящих при нагреве деформированного металла и охватывающих...*

**А) процессы зарождения и роста новых зерен с меньшим количеством дефектов строения. В) процессы образования субзерен с малоугловыми границами, возникающими при скольжении и переползании дислокаций. С) изменения тонкой структуры (главным образом уменьшение количества точечных дефектов). D) все изменения кристаллического строения и связанных с ним свойств.**

**№ 82. Какое деформирование металла называют холодным?**

**А) Деформирование, при котором не возникает деформационное упрочнение.**

**В) Деформирование при температуре ниже температуры рекристаллизации.**

**С) Деформирование при комнатной температуре. D) Деформирование при отрицательных температурах.**

**№ 83. Как зависит температура рекристаллизации металла от его чистоты?**

**А) Чем чище металл, тем выше температура рекристаллизации.**

**В) Температура рекристаллизации не зависит от чистоты металла.**

**С) Для металлов зависимость имеет знак плюс (чем чище металл, тем выше температура), для легированных сплавов - минус. D) Чем чище металл, тем ниже температура рекристаллизации.**

**№ 84. Как называется структура, представляющая собой твердый раствор углерода в  $\alpha$ -железе?**

**А) Перлит. В) Цементит. С) Феррит. D) Аустенит.**

**№ 85. Как называется структура, представляющая собой твердый раствор углерода в  $\gamma$ -железе?**

**А) Цементит. В) Феррит. С) Аустенит. D) Ледебурит.**

**№ 86. Как называется структура, представляющая собой карбид железа  $-Fe_3C$ ?**

**А) Феррит. В) Аустенит. С) Ледебурит. D) Цементит.**

**№ 87. Как называется структура, представляющая собой механическую смесь феррита и цементита?**

**А) Перлит. В)  $\delta$ -феррит. С) Аустенит. D) Ледебурит.**

**№ 88. Как называется структура, представляющая собой механическую смесь аустенита и цементита?**

**А) Перлит. В) Феррит. С) Ледебурит. D)  $\delta$ -феррит.**

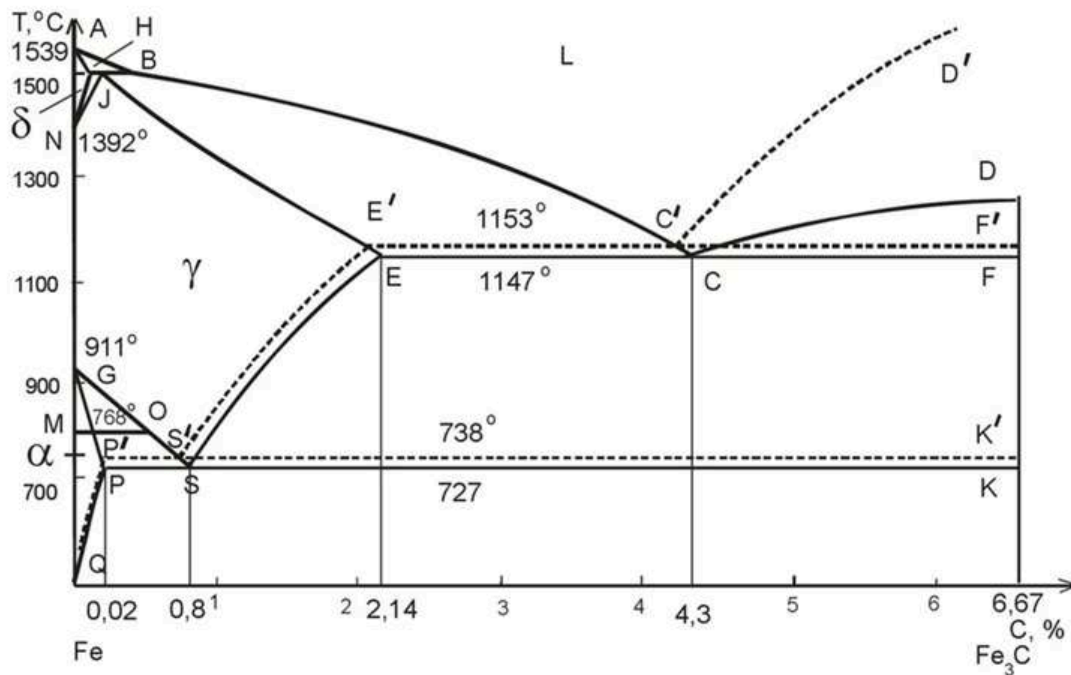
**№ 89. На каком участке диаграммы железо-цементит протекает эвтектоидная реакция?**

**А) В области QPSKL. В) В области SECFK. С) На линии ECF. D) На линии PSK.**

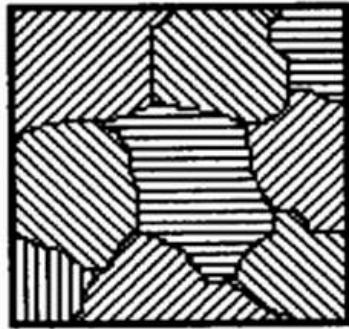
**№ 90. На каком участке диаграммы железо-цементит протекает эвтектическая реакция?**

**А) На линии ECF. В) В области SECFK. С) В области EIBC. D) На линии PSK.**

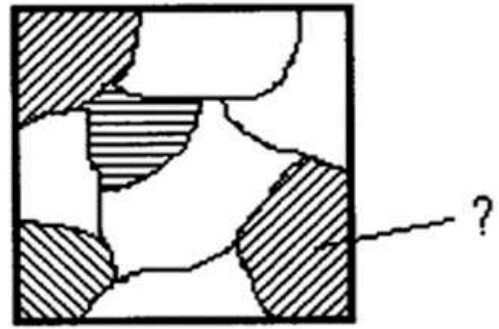
## Диаграмма железо - углерод



- № 91. Какой процесс протекает на линии HIB диаграммы железо-углерод?**  
 А) Исчезают кристаллы 5-феррита. В) Образование перлита. С) Перитектическая реакция.  
 D) Завершается кристаллизация доэвтектоидных сталей.
- № 92. Какая из структурных составляющих железоуглеродистых сплавов обладает при комнатной температуре наибольшей пластичностью?**  
 А) Аустенит. В) Феррит. С) Цементит. D) Перлит.
- № 93. Какая из структурных составляющих железоуглеродистых сплавов обладает наибольшей твердостью?**  
 А) Аустенит. В) Перлит. С) Феррит. D) Цементит.
- № 94. Сколько процентов углерода (С) содержится в углеродистой заэвтектоидной стали ?**  
 А)  $0,02 < C < 0,8$ . В)  $4,3 < C < 6,67$ . С)  $2,14 < C < 4,3$ . D)  $0,8 < C < 2,14$ .
- № 95. Каков структурный состав заэвтектоидной стали при температуре ниже 727 °С?**  
 А) Ледебурит + первичный цементит. В) Феррит + третичный цементит.  
 С) Перлит + вторичный цементит. D) Феррит + перлит.
- № 96. На рис. 40 представлена схема структуры стали. Какая это сталь?**  
 А) Техническое железо. В) Эвтектоидная. С) Заэвтектоидная. D) Доэвтектоидная.
- № 97. На рис. 41 представлена схема структуры доэвтектоидной стали. Как называется структурная составляющая, помеченная знаком вопроса?**  
 А) Феррит. В) Аустенит. С) Вторичный цементит. D) Перлит.
- № 98. Какие железоуглеродистые сплавы называют чугунами?**  
 А) Содержащие углерода более 0,8 %. В) Содержащие углерода более 4,3 %.  
 С) Содержащие углерода более 0,02 %. D) Содержащие углерода более 2,14 %.



**Рис. 40**



**Рис. 41**

**№ 99. Какой чугун называют белым?**

- А) В котором весь углерод или часть его содержится в виде графита.  
 В) В котором весь углерод находится в химически связанном состоянии.  
 С) В котором металлическая основа состоит из феррита. Д) В котором наряду с графитом содержится ледебурит.

**№ 100. Какова форма графита в белом чугуне?**

- А) Хлопьевидная. В) В белом чугуне графита нет. С) Шаровидная. Д) Пластинчатая.

**№ 101. В доэвтектических белых чугунах при температуре ниже 727 °С присутствуют две фазовые составляющие: цементит и ... . Как называется вторая фаза?**

- А) Феррит. В) Аустенит. С) Ледебурит. Д) Перлит.

**№ 102. В каком из перечисленных в ответе сплавов одной из структурных составляющих является ледебурит?**

- А) Доэвтектический белый чугун. В) Сталь при температуре, выше температуры эвтектоидного превращения. С) Ферритный серый чугун. Д) Техническое железо.

**№ 103. Как по микроструктуре чугуна определяют его вид (серый, ковкий, высокопрочный)?**

- А) По размеру графитных включений. В) По характеру металлической основы.  
 С) По форме графитных включений. Д) По количеству графитных включений.

**№ 104. Как по микроструктуре чугуна определяют его вид (ферритный, ферритно-перлитный, перлитный)?**

- А) По размеру графитных включений. В) По количеству графитных включений. С) По форме графитных включений. Д) По характеру металлической основы.

**№ 105. Какие железоуглеродистые сплавы называют ферритными чугунами?**

- А) Сплавы, в которых весь углерод (более 2,14 %) находится в виде графита.  
 В) Чугуны, в структуре которых наряду с цементитом имеется феррит.  
 С) Сплавы с ферритной структурой. Д) Чугуны, в которых графит имеет пластинчатую форму.

**№ 106. Сколько содержит связанного углерода ферритный серый чугун?**

- А) 4,3 %. В) 0,0 %. С) 2,14 %. Д) 0,8 %.

**№ 107. Сколько содержит связанного углерода перлитный серый чугун?**

- А) 2,14 %. В) 0,8 %. С) 4,3 %. Д) 0 %.

**№ 108. В каком из ответов чугуны с одинаковой металлической основой размещены в порядке возрастания прочности при растяжении?**

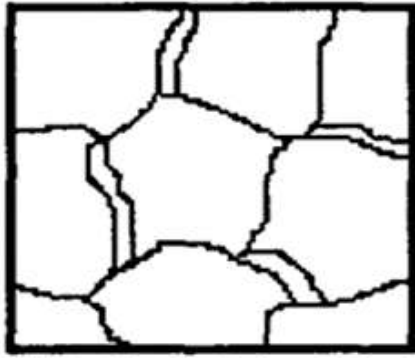
- А) Высокопрочный-ковкий-серый. В) Серый-высокопрочный-ковкий.  
 С) Ковкий-высокопрочный-серый. Д) Серый-ковкий-высокопрочный.

**№ 109. На рис. 42 представлена схема структуры железоуглеродистого сплава. Какой это сплав?**

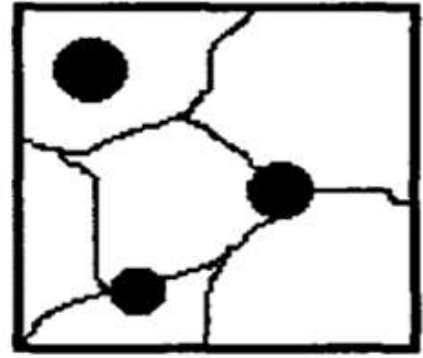
- А) Техническое железо. В) Ферритный серый чугун. С) Заэвтектический белый Чугун.  
 Д) Эвтектоидная сталь.

**№ 110. В поле микроскопа (рис. 43) на фоне равноосных светлых зерен видны шаровидные включения графита. О каком сплаве идет речь?**

- А) О ферритном высокопрочном чугуне. В) О текстурированном техническом железе  
 С) О ферритно-перлитном ковком чугуне. Д) О доэвтектическом белом чугуне.



**Рис. 42**



**Рис. 43**

**№ 111. Какой чугуны получают путем длительного отжига белого чугуна?**

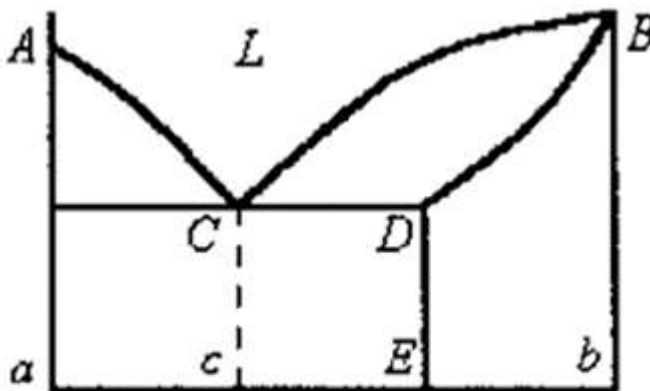
*А) Ковкий. В) Отбеленный. С) Серый. D) Высокопрочный.*

**№ 112. Какой чугуны получают путем модифицирования жидкого расплава магнием или церием?**

*А) Серый. В) Белый. С) Высокопрочный. D) Ковкий.*

**№ 113. Какие сплавы системы А-В (рис. 44) могут быть закалены?**

*А) Любой сплав. В) Сплавы, лежащие между E и Б. С) Ни один из сплавов. D) Сплавы, лежащие между a и E.*



**Рис. 44**

**№ 114. Как называется склонность (или отсутствие таковой) аустенитного зерна к росту?**

*А) Отпускная хрупкость. В) Наследственная или природная зернистость.*

*С) Аустенизация. D) Действительная зернистость.*

**№ 115. Какие из перечисленных в ответах технологические процессы следует проводить с учетом наследственной зернистости?**

*А) Холодная обработка давлением. В) Литье в песчаные формы. С) Высокий отпуск*

*D) Закалка, отжиг.*

**№ 116. Металлографический анализ наследственно мелкозернистой стали показал, что размер ее зерна находится в пределах 0,05 ... 0,08 мкм. Какое зерно имеется в виду?**

*А) Действительное. В) Начальное. С) Наследственное. D) Исходное.*

**№ 117. Чем объясняется, что троостит обладает большей твердостью, чем сорбит?**

*А) Форма цементитных частиц в троостите отличается от формы частиц в сорбите. В) В троостите меньше термические напряжения, чем в сорбите. С) Троостит содержит больше (по массе) цементитных частиц, чем сорбит. D) В троостите цементитные частицы более дисперсны, чем в сорбите.*

**118. Какую кристаллическую решетку имеет мартенсит?**

А) Кубическую. В) ГПУ. С) Тетрагональную. D) ГЦК.

**№ 119. Как называется структура, представляющая собой пересыщенный твердый раствор углерода в  $\alpha$ -железе?**

А) Мартенсит. В) Цементит. С) Феррит. D) Аустенит.

**№ 120. Какую скорость охлаждения при закалке называют критической?**

А) Максимальную скорость охлаждения, при которой еще протекает распад аустенита на структуры перлитного типа.

**В) Минимальную скорость охлаждения, необходимую для получения мартенситной структуры.**

С) Минимальную скорость охлаждения, необходимую для фиксации аустенитной структуры.

D) Минимальную скорость охлаждения, необходимую для закалки изделия по всему сечению.

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

1. Типы и классы современных и перспективных неорганических и органических материалов.
2. Механические и физические свойства, стандартные испытания, свойства, как показатели качества.
3. Особенности создания материалов на основе диссипативных структур (открытые системы, диссипативные структуры, хаос. Принцип Кюри, соотношения Онсагера).
4. Классификация наноматериалов. Наночастицы, наноструктуры и наноматериалы. Размерные эффекты.
5. Основы разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации наноматериалов.
6. Классификация пористых материалов. Способы получения ячеистых материалов и их свойства.
7. Тонкие плёнки и покрытия. Свойства тонких плёнок. Классификация покрытий и их назначение.
8. Сверхтвёрдые материалы. Синтетические алмазы. Методы получения. Механизмы фазового превращения «графит-алмаз».
9. Биоматериалы. Требования к биоматериалам. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью. Применения различных видов керамики в медицине.
10. Аморфные металлы и металлические стёкла. Стеклокерамика. Аморфные полупроводники.
11. Стали с метастабильным аустенитом и сплавы с памятью формы. Структура и свойства.
12. Классификация керамических электротехнических материалов. Технологии изготовления и области применения сегнетоэлектриков, пьезоэлектриков и пьезоэлектриков.
13. Жидкие кристаллы. Использование жидкокристаллических матриц для получения мезопористых структур, наноматериалов и биосенсоров.
14. Полупроводники и основные типы полупроводниковых материалов. Принцип действия основных полупроводниковых устройств (диод, транзистор, фотоэлемент, СИЭ, лазер, преобразование солнечной энергии).
15. Технологии производства твёрдых электролитов и их применение (источники тока на основе кобальтитов, манганитов и никелатов лития, материалы микробатарей кардиостимуляторов, топливные элементы, химические датчики).
16. Сверхпроводящие материалы. Взаимосвязь состав — структура — свойство для высокотемпературных сверхпроводников на основе купратов. Методы получения. Области и перспективы применения.

17. Магнитные наноматериалы. Функциональные параметры. Области применения, взаимосвязь структуры и свойств.
18. Материалы для фотоники. Светочувствительные материалы, люминесценция, фотолюминесценция, пиро-, трибо-, электролюминесценция, оптоволокно, фотонные кристаллы, нелинейно-оптические кристаллы, болометры, фотоумножители, ночное видение, голография.
19. Лазерная обработка материалов Принцип действия и типы лазеров. Применение лазерных технологий.
20. Сущность процесса электроэрозионной обработки (ЭЭО). Сведения о единичной лунке. Расчётные формулы и зависимости параметров ЭЭО.
21. Технология финишной абразивной обработки материалов Сущность процесса абразивной доводки. Области применения процесса абразивной доводки и полировки в нанометровом диапазоне.
22. Сканирующая электронная микроскопия Физические принципы взаимодействия электронного пучка с образцом. Задачи, решаемые с помощью сканирующей электронной микроскопии.
23. Спектроскопические методы исследований материалов. Малоугловое рассеяние. Исследование материалов с использованием синхротронного излучения. Электронная спектроскопия.

#### 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	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из	хорошо		71-85

	профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	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) Барыбин, А. А. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А. А. Барыбин, В. А. Бахтина, В. И. Томилин, Н. П. Томилина. - Красноярск : СФУ, 2011. - 236 с. - ISBN 978-5-7638-2396-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/441543> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
- 2) Горохов, В. А. Материалы и их технологии : учебник : в 2 частях. Часть 1 / В. А. Горохов, Н. В. Беляков, А. Г. Схиртладзе ; под ред. В. А. Горохова. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. — 589 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009529-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1014069> (дата обращения: 06.06.2024)

#### Дополнительная литература

1. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков: учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МИСИС, 2003. – 480 с.
2. Поздняков А.В. Физическое материаловедение наноструктурных материалов: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГИУ, 2006. – 423 с.
3. Либенсон Г.А., Лопатин В.Ю., Комарницкий Г.В. Процессы порошковой металлургии: учеб. для вузов: в 2 т. – Т. 1. Получение порошков. – М.: Изд-во МИСИС, 2001. – 367 с. Либенсон Г.А., Лопатин В.Ю., Комарницкий Г.В. Процессы порошковой металлургии: учеб. для вузов: в 2 т. – Т. 2. Формование и спекание порошков. – М.: Изд-во МИСИС, 2001. – 319 с.

4. Алымов М.И. Порошковая металлургия нанокристаллических материалов. – М.: Наука, 2007. – 180 с.
5. Износостойкие композиционные материалы / Ю.Г. Гуревич, В.Н. Анциферов, Л.М. Савиных, С.А. Оглезнева, В.Я. Буланов. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2005. – 216 с.
6. Нанотехнологии: азбука для всех / под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: Физматлит, 2009. – 368 с.
7. Проблемы порошкового материаловедения / В.Н. Анциферов, С.Н. Боброва, С.А. Оглезнева [и др.]. – Екатеринбург: Наука, 2000. – 250 с.
8. Васильев В.А., Митин Б.С., Пашков И.Н. Высокоскоростное затвердевание расплава: теория, технология, материалы. – М.: Интермет Инжиниринг, 1998. – 395 с.
9. Синтетические сверхтвердые материалы: в 3 т. – Т. 1. Синтез сверхтвердых материалов / под ред. Н.В. Новикова. – Киев: Наукова думка, 1986. – 279 с.
10. Суперсплавы: Жаропрочные материалы для аэрокосмических и промышленных энергоустановок: в 2 кн. / под ред. Ч.Т. Симса, Н.С. Стоффа, У.К. Хагеля. – М.: Металлургия, 1995. – Кн. 1. – 384 с.; Кн. 2. – 384 с. 306
11. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И. Материаловедение. – М.: Химиздат, 2007. – 784 с.
12. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы: методы получения и свойства. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1998. – 186 с.
13. Ткачев А.Г. Аппаратура и методы синтеза твердотельных наноструктур: моногр. – М.: Машиностроение, 2007. – 226 с.
14. Эгертон Р.Ф. Физические принципы электронной микроскопии. Введение в просвечивающую, растровую и аналитическую электронную микроскопию: моногр.: пер. с англ. – М.: Техносфера, 2010. – 300 с.
15. Анциферов В.Н. Наука о материалах и высокие технологии: современные проблемы, прогноз развития в Российской Федерации: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – 42 с.
16. Елисеев А.А. Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы / под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: Физматлит, 2010. – 456 с.
17. Рыжонков Д.И., Лёвина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы: учеб. пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 365 с.
18. Суздаев И.П. Нанотехнология: физикохимия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. – М.: КомКнига, 2006. – 589 с.
19. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. – М.: Академия, 2005. – 187 с.
20. Физическое материаловедение: учеб. для вузов / С.В. Грачев, В.Р. Бараз, А.А. Богатов, В.П. Швейкин. – Екатеринбург: Изд-во УГТУ-УПИ, 2001. 534 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.

## 1. Наименование дисциплины: «Физика наноматериалов и наноструктур».

Цель дисциплины изучение физических основ использования наноматериалов в различных приложениях.

## 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные понятия материаловедения; типы материалов и их свойства;</li><li>- виды упорядочения; применение различных материалов;</li><li>- основы спинтроники; применение устройств спинтроники;</li><li>- характеристики и применение наночастиц, тонких пленок.</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• интерпретировать статические и динамические явления и различать различные типы материалов.</li><li>• применять полученные знания в других предметных областях</li><li>• понимать основные типы взаимодействия (дипольные, спин-орбитальные, обменные взаимодействия) и их влияние на типы упорядочения.</li><li>• описывать формирование свойств материалов</li><li>• связать температурную и магнитную поляризацию, анизотропию и с кристаллической структурой, формой и составом материалов.</li><li>• понять причину формирования свойств в различных типах материалов</li><li>• описать эффекты памяти формы</li><li>• иметь базовое понимание биофизики (феноменология и примеры)</li></ul> <b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Умением анализировать экспериментальные данные</li><li>- навыками выполнять измерения свойств материалов</li><li>- умением интерпретировать результаты измерений и</li></ul>

		определять свойства материалов - навыком разработки экспериментов по определению свойств материалов.
--	--	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика наноматериалов и наноструктур» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Нанослои: графен и 2D материалы</i>	Самосборные монослои. Эпитаксиальный графен. Электронная структура графеновых нанолент. Транспорт в графеновых наноструктурах. Графеновые квантовые точки.
2	<i>Углеродные нанотрубки и полимерные композиты</i>	Адгезия между полимерами и УНТ. Дисперсионные методы для УНТ. Химический метод полимеризации. Механические свойства УНТ / Полимерные композиты. Электрические свойства УНТ. Изотропные полимерные композиты Ориентированные полимерные композиты. Моделирование порога перколяции. Термостойкость.
3	<i>Наночернила из металлов для печати</i>	Геометрические аспекты. Модель случайной неплотной упаковки. Размер ядра наночастиц  Термодинамическая размерно-зависимая температура плавления. Моделирование оптического плазмонного резонанса. Наночастицы серебра Наночастицы золота Другие металлические наночастицы Металлические наночастицы с высокой полярно-растворяющей дисперсностью.
4	<i>Магнитные наноструктуры</i>	Характерные масштабы. Тонкие пленки. прямая обменная связь, обменное смещение .  Тонкие пленки: методы синтеза. Провода и иглы: методы изготовления. Нанодиски.  Объемные наноструктуры. Рентгеновский нанозонд

5	Манипулирование микро-наноразмерными объектами	и Магнитные наночастицы. Суперпарамагнетизм. Частицы типа «ядро/оболочка» $CoFe_2O_4$ / $NiFe_2O_4$ NPs Суспензии. Покрытые золотом наночастицы магнетита. Манипулирование клетками. Токовые магнитные пинцеты. Магнитная наночастица + биологическая клетка. Магнитный (электромагнитный) пинцет. Лаборатория на чипе. Феррофлюидный насос. Микро ПЦР. 3D- Манипулирование: магнитный микроробот. 4D печать - микроактюатор: частицы в полимерах. Тканевая инженерия. Магнитные нанопровода. Магнитные нанопровода + массивы микропаттернов. Манипулирование с помощью микроэлектромагнитов. Биоинспирация.
6	Наносенсоры	Наноразмерная характеристика с флуоресцентными наночастицами. Люминесцентные наночастицы: синтез и оптические свойства. Наноразмерные люминесцентные датчики  Оптохимические наносенсоры. Примеры приложений. Критические проблемы для оптохимических наносенсоров. Инфракрасные фотоприемники и матрицы в квантовых точках.

7	<i>Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами</i>	<p><i>Нанопористые материалы. Характеристика нанопористых материалов</i></p> <p><i>Упорядоченная нанопористая структура Основные характеристики упорядоченных мезопористых материалов. Структура упорядоченных мезопористых материалов</i></p> <p><i>Механизм синтеза упорядоченных мезопористых материалов. Типичные мезопористые материалы. Гигантская наномембрана. Подходы к изготовлению наномембран</i></p> <p><i>Наномембраны из высокосиштых материалов. Физические свойства наномембран.</i></p> <p><i>Функциональные возможности наномембран.</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):

*Нанослои: графен и 2D материалы*  
*Углеродные нанотрубки и полимерные композиты*  
*Наночернила из металлов для печати*  
*Магнитные наноструктуры*  
*Манипулирование микро- и наноразмерными объектами*  
*Наносенсоры.*  
*Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

### **Тема 1. Нанослои: графен и 2D материалы**

*Вопросы для обсуждения: Самосборные монослои. Эпитаксиальный графен. Электронная структура графеновых нанолент. Транспорт в графеновых наноструктурах. Графеновые квантовые точки.*

### **Тема 2. Углеродные нанотрубки и полимерные композиты**

*Вопросы для обсуждения: Адгезия между полимерами и УНТ. Дисперсионные методы для УНТ. Химический метод полимеризации. Механические свойства УНТ / Полимерные композиты. Электрические свойства УНТ. Изотропные полимерные композиты Ориентированные полимерные композиты. Моделирование порога перколяции. Термостойкость.*

### **Тема 3. Наночернила из металлов для печати**

*Вопросы для обсуждения: Геометрические аспекты. Модель случайной неплотной упаковки. Размер ядра наночастиц. Термодинамическая размерно-зависимая температура плавления. Моделирование оптического плазмонного резонанса. Наночастицы серебра Наночастицы золота Другие металлические наночастицы Металлические наночастицы с высокой полярно-растворяющей дисперсностью.*

### **Тема 4. Магнитные наноструктуры**

*Вопросы для обсуждения: Характерные масштабы. Тонкие пленки. прямая обменная связь, обменное смещение. Тонкие пленки: методы синтеза. Провода и иглы: методы изготовления. Нанодиски. Объемные наноструктуры. Рентгеновский нанозонд*

### **Тема 5. Манипулирование микро- и наноразмерными объектами**

*Вопросы для обсуждения: Магнитные наночастицы. Суперпарамагнетизм. Частицы типа «ядро/оболочка»  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  /  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  NPs Суспензии. Покрытые золотом наночастицы магнетита. Манипулирование клетками. Токовые магнитные пинцеты. Магнитная наночастица + биологическая клетка. Магнитный (электромагнитный) пинцет. Лаборатория на чипе. Феррофлюидный насос. Микро ПЦР. 3D-Манипулирование: магнитный микроробот. 4D печать - микроактюатор: частицы в полимерах. Тканевая инженерия. Магнитные нанопровода. Магнитные нанопровода + массивы микропаттернов. Манипулирование с помощью микроэлектромагнитов. Биоинспирация.*

### **Тема 6. Наносенсоры.**

*Вопросы для обсуждения: Наноразмерная характеристика с флуоресцентными наночастицами. Люминесцентные наночастицы: синтез и оптические свойства. Наноразмерные люминесцентные датчики. Оптохимические наносенсоры. Примеры приложений. Критические проблемы для оптохимических наносенсоров. Инфракрасные фотоприемники и матрицы в квантовых точках.*

### **Тема 7. Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами.**

*Вопросы для обсуждения: Нанопористые материалы. Характеристика нанопористых материалов. Упорядоченная нанопористая структура Основные характеристики упорядоченных мезопористых материалов. Структура упорядоченных мезопористых материалов. Механизм синтеза упорядоченных мезопористых материалов. Типичные мезопористые материалы. Гигантская наномембрана. Подходы к изготовлению наномембран. Наномембраны из высокосшитых материалов. Физические свойства наномембран. Функциональные возможности наномембран.*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Нанослой: графен и 2D материалы. Углеродные нанотрубки и полимерные композиты. Наночернила из металлов для печати. Магнитные наноструктуры. Манипулирование микро- и наноразмерными объектами. Наносенсоры. Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами.*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Нанослой: графен и 2D материалы. Углеродные нанотрубки и полимерные композиты. Наночернила из металлов для печати. Магнитные наноструктуры. Манипулирование микро- и наноразмерными объектами. Наносенсоры. Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами.*

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>1. Нанослои: графен и 2D материалы</i>	<i>ПК-1</i>	<i>самостоятельная работа</i>
<i>2. Углеродные нанотрубки и полимерные композиты</i>	<i>ПК-1</i>	<i>самостоятельная работа</i>
<i>3. Наночернила из металлов для печати</i>	<i>ПК-1</i>	<i>самостоятельная работа</i>
<i>4. Магнитные наноструктуры</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>5. Манипулирование микро- и наноразмерными объектами</i>	<i>ПК-1</i>	<i>самостоятельная работа</i>
<i>6. Наносенсоры</i>	<i>ПК-1</i>	<i>контрольная работа</i>
<i>7. Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами</i>	<i>ПК-1</i>	<i>самостоятельная 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

*Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:*

#### ***Тема 1. Нанослои: графен и 2D материалы***

- 1. Самосборные монослои.*
- 2. Эпитаксиальный графен.*

3. *Электронная структура графеновых нанолент.*
4. *Транспорт в графеновых наноструктурах.*
5. *Графеновые квантовые точки.*

#### ***Тема 2. Углеродные нанотрубки и полимерные композиты***

1. *Адгезия между полимерами и УНТ.*
2. *Дисперсионные методы для УНТ.*
3. *Механические свойства УНТ / Полимерные композиты.*
4. *Электрические свойства УНТ.*
5. *Изотропные полимерные композиты*
6. *Ориентированные полимерные композиты.*
7. *Моделирование порога перколяции.*
8. *Термостойкость.*

#### ***Тема 3. Наночернила из металлов для печати.***

1. *Геометрические аспекты. Модель случайной неплотной упаковки. Размер ядра наночастиц*
2. *Термодинамическая размерно-зависимая температура плавления.*
3. *Моделирование оптического плазмонного резонанса.*
4. *Наночастицы серебра Наночастицы золота Другие металлические наночастицы*
5. *Металлические наночастицы с высокой полярно-растворяющей дисперсностью.*

#### ***Тема 4. Магнитные наноструктуры.***

1. *Характерные масштабы.*
2. *Тонкие пленки. прямая обменная связь, обменное смещение. Тонкие пленки: методы синтеза.*
3. *Провода и иглы: методы изготовления.*
4. *Нанодиски.*
5. *Объемные наноструктуры.*

#### ***Тема 5. Манипулирование микро- и наноразмерными объектами***

1. *Магнитные наночастицы. Суперпарамагнетизм.*
2. *Частицы типа «ядро/оболочка»  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  /  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  NPs. Суспензии. Покрытые золотом наночастицы магнетита.*
3. *Манипулирование клетками.*

4. Токовые магнитные пинцеты.
5. Магнитная наночастица + биологическая клетка. Магнитный (электромагнитный) пинцет.
6. Лаборатория на чипе. Феррофлюидный насос. Микро ПЦР.
7. 3D- Манипулирование: магнитный микроробот.
8. 4D печать - микроактюатор: частицы в полимерах.
9. Тканевая инженерия.
10. Магнитные нанопровода.
11. Магнитные нанопровода + массивы микропаттернов.
12. Манипулирование с помощью микроэлектромагнитов.
13. Биоинспирация.

#### **Тема 6. Наносенсоры.**

1. Наноразмерная характеристика с флуоресцентными наночастицами. Люминесцентные наночастицы: синтез и оптические свойства.
2. Наноразмерные люминесцентные датчики Оптохимические наносенсоры. Примеры приложений. Критические проблемы для оптохимических наносенсоров.
3. Инфракрасные фотоприемники и матрицы в квантовых точках.

#### **Тема 7. Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами.**

1. Нанопористые материалы. Характеристика нанопористых материалов
2. Упорядоченная нанопористая структура Основные характеристики упорядоченных мезопористых материалов. Структура упорядоченных мезопористых материалов
3. Механизм синтеза упорядоченных мезопористых материалов. Типичные мезопористые материалы.
4. Гигантская наномембрана. Подходы к изготовлению наномембран  
Физические свойства наномембран. Функциональные возможности наномембран.

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

- 1) Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики и их свойства.
- 2) Петля гистерезиса.
- 3) Методы измерения намагниченности вещества.
- 4) Полная энергия ферромагнитного вещества.
- 5) Магнитострикция. Примеры материалов с высокой магнитострикцией.
- 6) Причины и процесс возникновения доменов.
- 7) Методы измерения скорости движения доменной границы.

- 8) Типы, сходства и различия магнитооптических эффектов.
- 9) Применение термоэлектрических материалов.
- 10) Свойства сплавов Гейслера.
- 11) Применение термомагнитных явлений.
- 12) Примеры устройств, основанных на магнитоэлектрическом эффекте.
- 13) Свойства мультиферроиков.
- 14) Примеры и применение мультиферроиков
- 15) Спин-вентильные устройства.
- 16) Гигантское магнитосопротивление.
- 17) Рассеяние спина на интерфейсах.
- 18) Принцип работы магниторезистивных головок.
- 19) Туннельное магнитосопротивление
- 20) Типы наноструктур
- 21) Примеры фуллеренов
- 22) Применение нанотрубок
- 23) Свойства нанпроводов
- 24) Применение магнитных тонких пленок
- 25) Принцип магнитного охлаждения
- 26) Свойства жидких кристаллов
- 27) Примеры устройств с 3-d дальномерными кристаллами

#### 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 грамотно использовать	хорошо		71-85

	учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	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. Копылова, О. С. Курс общей физики: Учебное пособие / Копылова О.С. - Москва :СтГАУ - "Агрис", 2017. - 300 с.: ISBN 978-5-9596-1290-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/975925>
2. Михайлов, В. К. Волны. Оптика. Атомная физика. Молекулярная физика: Учебное пособие / Михайлов В.К., Панфилова М.И., - 2-е изд., (эл.) - Москва :МИСИ-МГСУ, 2017. - 145 с.: ISBN 978-5-7264-1581-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/968803>

#### Дополнительная литература

- 1) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин Кн. 2 : Электромагнетизм. Оптика. Квантовая физика. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 439, [3] с.
- 2) Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму : краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 2. -2000. -1 г=on-line, 88 с.
- 3) УЧЛ - Электронный учебник (ККО=1)
- 4) Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму : краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 1. -1998. -1 г=on-line, 89 с.
- 5) Задачник по электричеству и магнетизму : метод. пособие для студентов физ. фак./ Калинингр. гос. ун-т; сост. Е. Ф. Кондратьев. -Калининград, 1995. -81 с.
- 6) Шпольский, Э. В.. Атомная физика : учебник : в 2 т./ Э. В. Шпольский Т. 2 : Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. -6-е изд., стер.. -1 г=on-line, 438 с.: ил.

- 7) Шпольский, Э. В.. Атомная физика : учебник : в 2 т./ Э. В. Шпольский Т. 1 : Введение в атомную физику. -8-е изд., стер.. -1 r=on-line, 557, [3]: рис.
- 8) Гончарова Н. Г. Частицы и атомные ядра. Задачи с решениями и комментариями : учеб. пособие/ Н. Г. Гончарова, Б. С. Ишханов, И. М. Капитонов. -Москва: Физматлит, 2013. -1 r=on-line, 448 с.
- 9) Ахманов С. А. Статистическая радиофизика и оптика. Случайные колебания и волны в линейных системах/ С. А. Ахманов, Ю. Е. Дьяков, А. С. Чиркин. -2-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Физматлит, 2010. -1 r=on-line, 423 с.
- 10) Shantanu Bhattacharya, Avinash Kumar Agarwal, T. Rajagopalan, Vinay K. Patel - Nano-Energetic Materials-Springer Singapore (2019)
- 11) Jiwang Yan - Micro and Nano Fabrication Technology-Springer Singapore (2018)
- 12) Antonio Maffucci, Sergey A. Maksimenko - Fundamental and Applied Nano-Electromagnetics II\_ THz Circuits, Materials, Devices-Sprin
- 13) Kamel A. Abd-Elsalam, Mohamed A. Mohamed, Ram Prasad - Magnetic Nanostructures\_ Environmental and Agricultural Applications-Springer International Publishing (2017)
- 14) Viswanatha Sharma Korada, Nor Hisham B Hamid (eds.) - Engineering Applications of Nanotechnology\_ From Energy to Drug Delivery.
- 15) Advanced Structured Materials 84) Zishan Husain Khan (eds.) - Nanomaterials and Their Applications-Springer Singapore (2018)
- 16) Kalarikkal, Nandakumar\_ Koshy, Obey\_ Thomas, Sabu - Nanomaterials physical, chemical, and biological applications-Apple Academic Press Inc (2018)
- 17) Dasgupta, Nandita\_ Kumar, Vineet\_ Ranjan, Shivendu - Environmental Toxicity of Nanomaterials-CRC Press (2018)

#### **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:** «Промышленная безопасность и охрана труда на производстве».

Цель дисциплины: овладение студентами знаниями о правилах безопасности во время трудового процесса.

## **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-3 Способен организовывать контроль и техническое сопровождение разработки материалов для выбранных приложений и технологических процессов конкретных производств</i>	<i>ПК-3.1 Организует входной контроль материалов, сырья и оборудования, необходимого для выполнения поставленной задачи. ПК-3.2 Организует проведение и контроль метрологических испытаний предлагаемого технологического решения. ПК-3.3 Организует техническое сопровождение этапов испытания и производства в соответствии с предлагаемым технологическим решением в лабораторных условиях и на производстве.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> :  - права и обязанности работников в области охраны труда;  Студент должен <b>уметь</b> :  - пользоваться средствами индивидуальной и групповой защиты;  Студент должен <b>владеть</b> навыками выполнения работы с документацией по охране труда;

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Промышленная безопасность и охрана труда на производстве» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным 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	<i>Тема 1. Введение. Трудовая деятельность человека</i>	<i>Общие понятия о трудовой деятельности человека. Труд как источник существования общества и индивида. Разделение труда и наемный (профессиональный) труд. Условия труда: производственная среда и организация труда. Социально-юридический подход к определению несчастного случая на производстве, профессионального заболевания, утраты трудоспособности и утраты профессиональной трудоспособности. Утрата профессиональной трудоспособности и возможности существования как социальная опасность для человека и общества. Смерть работника как потеря возможности нормального существования его иждивенцев.</i>
2	<i>Тема 2. Основные принципы обеспечения безопасности труда</i>	<i>Понятие «безопасность труда». Основная задача безопасности труда – исключение воздействия на работников вредных и (или) опасных производственных факторов; приведение уровня их воздействия к уровням, не превышающим установленных нормативов и минимизация их физиологических последствий - травм и заболеваний. Понятия риска как меры опасности. Идентификация опасностей и оценка риска. Основные принципы</i>

		<p>обеспечения безопасности труда: совершенствование технологических процессов, модернизация оборудования, устранение или ограничение источников опасностей, ограничение зоны их распространения;</p>
3	<p>Тема 3. Правовые основы охраны труда</p>	<p>Трудовой кодекс РФ: основные направления государственной политики в области охраны труда.. Гражданский кодекс Российской Федерации в части, касающейся вопросов возмещения вреда, причиненного несчастным случаем на производстве или профессиональным заболеванием. Уголовный кодекс РФ в части, касающейся уголовной ответственности за нарушение требований охраны труда. Кодекс РФ об административных правонарушениях в части, касающейся административной ответственности за нарушение требований охраны труда. Законодательные и иные нормативные правовые акты РФ. Органы государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права. Государственная экспертиза условий труда и ее функции. Органы, осуществляющие обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Ответственность работников за невыполнение требований охраны труда (своих трудовых обязанностей). Административная и уголовная ответственность должностных лиц за нарушение или неисполнение требований законодательства о труде и об охране Труда. Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда. Создание и функционирование системы управления охраной труда. Применение прошедших обязательную сертификацию или</p>

		<p>декларирование соответствия в установленном законодательством Российской Федерации о техническом регулировании порядке средств индивидуальной и коллективной защиты работников. Условия труда на рабочем месте. Режим труда и отдыха работников в соответствии с трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами содержащими нормы трудового права.</p>
4	<p>Тема 4. Специальные вопросы обеспечения охраны труда и безопасности производственной деятельности</p>	<p>Основные причины производственного травматизма. Виды производственных травм (несчастных случаев на производстве). Статистические показатели и методы анализа. Основные методы защиты от опасных и вредных производственных факторов. Превентивные мероприятия по профилактике производственного травматизма. Основные виды средств коллективной защиты. Основные организационные приемы предотвращения травматизма. Безопасность технологических процессов. Техническое обеспечение оборудования и инструмента, технологических процессов. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация вредных и опасных факторов. Физические вредные и опасные факторы и защита от них. Химические вредные и опасные факторы и защита от них. Биологические и психофизиологические вредные и опасные факторы и защита от них. Коллективные средства защиты: вентиляция, освещение, защита от шума и вибрации. Требования безопасности при эксплуатации мобильных и стационарных машин, транспортных средств, автотранспорта. Требования безопасности при проведении погрузочно-разгрузочных работ. Требования безопасности при складировании материалов и конструкций. Опасные</p>

		<p>производственные объекты и обеспечение промышленной безопасности. Обеспечение электробезопасности. Обеспечение пожарной безопасности. Обеспечение безопасности работников в аварийных ситуациях</p>
5	<p>Тема 5. Социальная защита пострадавших на производстве</p>	<p>Общие правовые принципы возмещения причиненного вреда. Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве. Порядок расследования и учета профессиональных заболеваний. Оказание первой помощи пострадавшим на производстве. Оказание первой помощи пострадавшим от электрического тока</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. Трудовая деятельность человека

Тема 2. Основные принципы обеспечения безопасности труда

Тема 3. Правовые основы охраны труда

Тема 4. Специальные вопросы обеспечения охраны труда и безопасности производственной деятельности

Тема 5. Социальная защита пострадавших на производстве

Рекомендуемая тематика практических занятий:

### 1. Введение. Трудовая деятельность человека.

Общие понятия о трудовой деятельности человека. Труд как источник существования общества и индивида. Разделение труда и наемный (профессиональный) труд. Условия труда: производственная среда и организация труда. Социально-юридический подход к определению несчастного случая на производстве, профессионального заболевания, утраты трудоспособности и утраты профессиональной трудоспособности. Утрата профессиональной трудоспособности и возможности существования как социальная опасность для человека и общества. Смерть работника как потеря возможности нормального существования его иждивенцев.

### 2. Основные принципы обеспечения безопасности труда.

Понятие «безопасность труда». Основная задача безопасности труда – исключение воздействия на работников вредных и (или) опасных производственных факторов; приведение уровня их воздействия к уровням, не превышающим установленных нормативов и минимизация их физиологических последствий - травм и заболеваний. Понятия риска как меры опасности. Идентификация опасностей и оценка риска.

*Основные принципы обеспечения безопасности труда: совершенствование технологических процессов, модернизация оборудования, устранение или ограничение источников опасностей, ограничение зоны их распространения.*

### **3. Правовые основы охраны труда.**

*Трудовой кодекс РФ: основные направления государственной политики в области охраны труда. Гражданский кодекс Российской Федерации в части, касающейся вопросов возмещения вреда, причиненного несчастным случаем на производстве или профессиональным заболеванием. Уголовный кодекс РФ в части, касающейся уголовной ответственности за нарушение требований охраны труда. Кодекс РФ об административных правонарушениях в части, касающейся административной ответственности за нарушение требований охраны труда. Законодательные и иные нормативные правовые акты РФ. Органы государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права. Государственная экспертиза условий труда и ее функции. Органы, осуществляющие обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Ответственность работников за невыполнение требований охраны труда (своих трудовых обязанностей). Административная и уголовная ответственность должностных лиц за нарушение или неисполнение требований законодательства о труде и об охране Труда. Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда. Создание и функционирование системы управления охраной труда. Применение прошедших обязательную сертификацию или декларирование соответствия в установленном законодательством Российской Федерации о техническом регулировании порядке средств индивидуальной и коллективной защиты работников. Условия труда на рабочем месте. Режим труда и отдыха работников в соответствии с трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами содержащими нормы трудового права.*

### **4. Специальные вопросы обеспечения охраны труда и безопасности производственной деятельности.**

*Основные причины производственного травматизма. Виды производственных травм (несчастных случаев на производстве). Статистические показатели и методы анализа. Основные методы защиты от опасных и вредных производственных факторов. Превентивные мероприятия по профилактике производственного травматизма. Основные виды средств коллективной защиты. Основные организационные приемы предотвращения травматизма. Безопасность технологических процессов. Техническое обеспечение оборудования и инструмента, технологических процессов. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация вредных и опасных факторов. Физические вредные и опасные факторы и защита от них. Химические вредные и опасные факторы и защита от них. Биологические и психофизиологические вредные и опасные факторы и защита от них. Коллективные средства защиты: вентиляция, освещение, защита от шума и вибрации. Требования безопасности при эксплуатации мобильных и стационарных машин, транспортных средств, автотранспорта. Требования безопасности при проведении погрузочно-разгрузочных работ. Требования безопасности при складировании материалов и конструкций. Опасные производственные объекты и обеспечение промышленной безопасности. Обеспечение электробезопасности. Обеспечение пожарной безопасности. Обеспечение безопасности работников в аварийных ситуациях.*

### **5. Социальная защита пострадавших на производстве.**

*Общие правовые принципы возмещения причиненного вреда. Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве. Порядок расследования и учета профессиональных заболеваний. Оказание первой помощи*

*пострадавшим на производстве. Оказание первой помощи пострадавшим от электрического тока.*

*Требования к самостоятельной работе студентов  
Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

- Тема 1. Введение. Трудовая деятельность человека*
- Тема 2. Основные принципы обеспечения безопасности труда*
- Тема 3. Правовые основы охраны труда*
- Тема 4. Специальные вопросы обеспечения охраны труда и безопасности производственной деятельности*
- Тема 5. Социальная защита пострадавших на производстве*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

- Тема 1. Введение. Трудовая деятельность человека*
- Тема 2. Основные принципы обеспечения безопасности труда*
- Тема 3. Правовые основы охраны труда*
- Тема 4. Специальные вопросы обеспечения охраны труда и безопасности производственной деятельности*
- Тема 5. Социальная защита пострадавших на производстве*

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. Трудовая деятельность человека</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Тема 2. Основные принципы обеспечения безопасности труда</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Тема 3. Правовые основы охраны труда</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>
<i>Тема 4. Специальные вопросы обеспечения охраны труда и</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Контрольная работа</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>безопасности производственной деятельности</i>		
<i>Тема 5. Социальная защита пострадавших на производстве</i>	<i>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

*Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:*

1) Какой документ является основным документом о трудовой деятельности и трудовом стаже работника?

- Личная карточка по учету кадров
- Трудовая книжка
- Трудовой договор
- Личное дело

2) Что из перечисленного входит в основные направления государственной политики в области охраны труда, установленные Трудовым кодексом Российской Федерации?

- Только федеральный государственный надзор за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, включающий в себя проведение проверок соблюдения государственных нормативных требований охраны труда
- Только профилактика несчастных случаев и повреждения здоровья работников
- Только подготовка специалистов по охране труда и их дополнительное профессиональное образование
- Все перечисленное

3) Какое наказание устанавливается Уголовным кодексом Российской Федерации для лиц, причинивших тяжкий вред здоровью вследствие ненадлежащего исполнения своих профессиональных обязанностей?

- Принудительные работы на срок до 5 лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до 3 лет или без такового, либо лишение свободы на срок до 5 лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до 3 лет или без такового
- Штраф в размере до 80 000 рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до 6 месяцев, либо обязательные работы на срок до 480 часов, либо исправительные работы на срок до 2 лет, либо ограничение свободы на срок до 3 лет, либо арест на срок до 6 месяцев
- Ограничение свободы на срок до 4 лет, либо принудительные работы на срок до 1 года с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до 3 лет или без



*такового, либо лишение свободы на срок до 1 года с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до 3 лет или без такового*

*4) С какой периодичностью должны пересматриваться инструкции по охране труда для работников?*

- Не реже одного раза в год*
- Не реже одного раза в два года*
- Не реже одного раза в три года*
- Не реже одного раза в пять лет*

*5) Какое из перечисленных требований к средствам индивидуальной защиты, разработанным и изготовленным на единой таможенной территории Таможенного союза, указано верно?*

- Средства индивидуальной защиты должны обеспечивать минимальный уровень защиты жизни и здоровья человека от вредных и опасных факторов*
- Средства индивидуальной защиты должны обеспечивать минимальный риск возникновения ситуаций, которые могут привести к появлению опасностей*
- Средства индивидуальной защиты должны обеспечивать необходимый уровень защиты жизни и здоровья человека от опасностей, возникающих при применении средств индивидуальной защиты*
- Средства индивидуальной защиты должны обеспечивать необходимый уровень риска возникновения ситуаций, которые могут привести к появлению опасностей*

*6) На какие грузы необходимо разрабатывать схемы строповки?*

- На все грузы*
- Только на грузы, имеющие петли, цапфы, рымы*
- Только на грузы массой свыше 150 кг*
- Только на длинномерные грузы (балки, колонны)*

*7) Как классифицируется электроинструмент в зависимости от способа осуществления защиты от поражения электрическим током?*

- 1 класс, 2 класс, 3 класс*
- 0 класс, I класс, II класс, III класс*
- Класс I, класс II, класс III, класс IV*
- Не классифицируется*

*8) В каком случае юридическое лицо несет ответственность за вред, причиненный его работником?*

- Только если вред причинил работник, выполняющий работу на основании трудового договора (контракта), заключенного на неопределенный срок*
- В случае если работник, выполняющий работу на основании трудового договора (контракта) либо по гражданско-правовому договору, действовал или должен был действовать по заданию соответствующего юридического лица и под его контролем за безопасным ведением работ*
- Только если вред причинил работник, выполняющий работу на основании трудового договора (контракта), проработавший к моменту причинения вреда на данное юридическое лицо более одного года*

*9) Какой срок хранения материалов расследования несчастных случаев у работодателя устанавливается Трудовым кодексом Российской Федерации?*

- 10 лет*
- 25 лет*
- 45 лет*
- 75 лет*

10) Как профсоюзы осуществляют профсоюзный контроль за состоянием охраны труда и окружающей среды?

- Через уполномоченных (доверенных) лиц по охране труда, а также собственные инспекции по охране труда, действующие на основании положений, утверждаемых профсоюзами
- Через комитеты (комиссии) по охране труда
- Через участие в комиссиях по контролю за состоянием условий и охраны труда совместно с администрацией организации
- Через уполномоченных работников организации

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

- 1) Российское законодательство в области промышленной безопасности.
- 2) Российское законодательство в области градостроительной деятельности.
- 3) Техническое регулирование. Требования к техническим устройствам, применяемым на опасных производственных объектах.
- 4) Лицензирование в области промышленной безопасности.
- 5) Порядок расследования причин аварий и несчастных случаев на опасных производственных объектах.
- 6) Обязательное страхование гражданской ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта.
- 7) Регистрация опасных производственных объектов.
- 8) Обязанности организаций в обеспечении промышленной безопасности.
- 9) Ответственность за нарушение законодательства в области промышленной безопасности. Экспертиза промышленной безопасности.
- 10) Декларирование промышленной безопасности. Анализ опасности и риска.

### 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 <i>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. Электробезопасность : учебное пособие / Е. Е. Привалов, А. В. Ефанов, С. С. Ястребов, В. А. Ярош ; под ред. Е. Е. Привалова. - Ставрополь : Изд-во ПАРАГРАФ, 2018. - 168 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2132021>. – Режим доступа: по подписке.
2. Сибикин, Ю. Д. Охрана труда и электробезопасность : учебное пособие / Ю. Д. Сибикин. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 312 с. - ISBN 978-5-9729-0577-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836201>. – Режим доступа: по подписке.

### **Дополнительная литература**

- 1) Беляков, Г. И. Электробезопасность : учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. И. Беляков. — Москва

2) Завертаная, Е. И. Управление качеством в области охраны труда и предупреждения профессиональных заболеваний : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. И. Завертаная. — Москва

3) Энергия: экономика, техника, экология. Научно-популярный журнал. Является рецензируемым, входит в систему РИНЦ <http://www.elibrary.ru>

4) Известия ВУЗов. Нефть и газ (ТИУ). Научно-технический журнал. Является рецензируемым, включен в Перечень ВАК для опубликования работ соискателей ученых степеней. Издание входит в систему РИНЦ. <http://elib.tvuiu.ru/>

5) Безопасность труда в промышленности. Известия Российской академии наук Энергетика. Является рецензируемым, включен в Перечень ВАК для опубликования работ соискателей ученых степеней. Издание входит в систему РИНЦ <http://www.elibrarv.ru>

6) Беляков, Г. И. Охрана труда и техника безопасности : учебник для среднего профессионального образования / Г. И. Беляков. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва

7) Карнаух, Н. Н. Охрана труда : учебник для среднего профессионального образования / Н. Н. Карнаух. — Москва.

8) Родионова, О. М. Охрана труда : учебник для среднего профессионального образования / О. М. Родионова, Д. А. Семенов. — Москва.

#### **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: «Экономика возобновляемой энергетики».

Цель дисциплины: овладение студентами знаниями об экономических параметрах и финансовых моделях проектов возобновляемой энергетики в производстве и генерации.

### 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-3 Способен организовывать контроль и техническое сопровождение разработки материалов для выбранных приложений и технологических процессов конкретных производств</i>	<i>ПК-3.1 Организует входной контроль материалов, сырья и оборудования, необходимого для выполнения поставленной задачи. ПК-3.2 Организует проведение и контроль метрологических испытаний предлагаемого технологического решения. ПК-3.3 Организует техническое сопровождение этапов испытания и производства в соответствии с предлагаемым технологическим решением в лабораторных условиях и на производстве.</i>	<p>Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основу состава условной рабочей группы проекта;</li><li>- основные технологии производства фотоэлектрических преобразователей;</li><li>- основной состав технических решений объектов генерации на основе возобновляемых источников энергии;</li><li>- области применения объектов генерации на основе возобновляемых источников энергии.</li></ul> <p>Студент должен <b>уметь</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- определять типологию проектов генерации с учётом типа потребителя электрической и тепловой энергии;</li><li>- разбираться в факторах, влияющих на экономические параметры проектов производства и генерации</li></ul> <p>Студент должен <b>владеть</b> навыками</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- анализа финансово-экономических моделей проектов строительства генерации.</li><li>- разработки альтернативных технических и коммерческих предложений для заказчиков</li></ul>

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Экономика возобновляемой энергетики» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к дисциплинам по выбору.

### 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 основы рынка электроэнергетики.</i>	<i>Сегменты и участники электроэнергетического рынка. Ценовые и неценовые зоны. Регулируемые и нерегулируемые тарифы на электроэнергию. Технологически изолированные территории.</i>
2	<i>Тема 2. Нормативно-правовые основы электроэнергетики на основе возобновляемых источников энергии и смежных отраслей</i>	<i>Законодательство в сфере возобновляемых источников энергии. Смежные нормативно-правовые акты, регулирующие деятельность в области электроэнергетики. Основные тренды развития зарубежного законодательства в сфере возобновляемых источников энергии, природоохранного регулирования. Примеры международной правовой практики по защите внутреннего рынка</i>
3	<i>Тема 3. Сегменты возобновляемой энергетики</i>	<i>Основные группы потребителей электрической энергии. Особенности сегментов возобновляемой энергетики. Сетевая, распределённая, децентрализованная энергетика.</i>

4	<i>Тема 4. Элементы финансово-экономической модели производства фотоэлектрических преобразователей</i>	<i>Структура затрат на производство фотоэлектрических преобразователей (ФЭП). Факторы, влияющие на стоимость ФЭП. Технологические решения (в т.ч. искусственный интеллект, АСУ), улучшающие экономические и технические параметры продукции</i>
5	<i>Тема 5. Элементы финансово-экономической модели проектов генерации</i>	<i>Структура затрат проектов генерации. Факторы влияния upstream на уровень стоимости конечного продукта – электроэнергии. Удельная стоимость производства электроэнергии различных видов генерации</i>
6	<i>Тема 6. Финансовые механизмы реализации проектов</i>	<i>Типы договорных конструкций (энергосервис, поставка электроэнергии, поставка оборудования, лизинг).</i>
7	<i>Тема 7. Экономика гибридной генерации</i>	<i>Виды гибридных энергетических комплексов. Структура затрат проектов на основе возобновляемых источников энергии и газовой генерации</i>
8	<i>Тема 8. Влияние технических решений на экономику проектов</i>	<i>Технические решения повышения эффективности работы генерирующих мощностей на основе возобновляемых источников энергии. Примеры внедрения решений на реализованных проектах.</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 основы рынка электроэнергетики.*

*Тема 2. Нормативно-правовые основы электроэнергетики на основе возобновляемых источников энергии и смежных отраслей.*

*Тема 3. Сегменты возобновляемой энергетики.*

*Тема 4. Элементы финансово-экономической модели производства фотоэлектрических преобразователей.*

*Тема 5. Элементы финансово-экономической модели проектов генерации.*

*Тема 6. Финансовые механизмы реализации проектов.*

*Тема 7. Экономика гибридной генерации.*

*Тема 8. Влияние технических решений на экономику проектов.*

Рекомендуемая тематика практических занятий:



**1. Введение в основы рынка электроэнергетики.**

Сегменты и участники электроэнергетического рынка. Ценовые и неценовые зоны. Регулируемые и нерегулируемые тарифы на электроэнергию. Технологически изолированные территории.

**2. Нормативно-правовые основы электроэнергетики на основе возобновляемых источников энергии и смежных отраслей.**

Законодательство в сфере возобновляемых источников энергии. Смежные нормативно-правовые акты, регулирующие деятельность в области электроэнергетики. Основные тренды развития зарубежного законодательства в сфере возобновляемых источников энергии, природоохранного регулирования. Примеры международной правовой практики по защите внутреннего рынка.

**3. Сегменты возобновляемой энергетики.**

Основные группы потребителей электрической энергии. Особенности сегментов возобновляемой энергетики. Сетевая, распределённая, децентрализованная энергетика.

**4. Элементы финансово-экономической модели производства фотоэлектрических преобразователей.**

Структура затрат на производство фотоэлектрических преобразователей (ФЭП). Факторы, влияющие на стоимость ФЭП. Технологические решения (в т.ч. искусственный интеллект, АСУ), улучшающие экономические и технические параметры продукции

**5. Элементы финансово-экономической модели проектов генерации.**

Структура затрат проектов генерации. Факторы влияния *upstream* на уровень стоимости конечного продукта – электроэнергии. Удельная стоимость производства электроэнергии различных видов генерации

**6. Финансовые механизмы реализации проектов.**

Типы договорных конструкций (энергосервис, поставка электроэнергии, поставка оборудования, лизинг).

**7. Экономика гибридной генерации.**

Виды гибридных энергетических комплексов. Структура затрат проектов на основе возобновляемых источников энергии и газовой генерации

**8. Влияние технических решений на экономику проектов.**

Технические решения повышения эффективности работы генерирующих мощностей на основе возобновляемых источников энергии. Примеры внедрения решений на реализованных проектах.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:

Тема 1. Введение в основы рынка электроэнергетики.

Тема 2. Нормативно-правовые основы электроэнергетики на основе возобновляемых источников энергии и смежных отраслей.

Тема 3. Сегменты возобновляемой энергетики.

Тема 4. Элементы финансово-экономической модели производства фотоэлектрических преобразователей.

Тема 5. Элементы финансово-экономической модели проектов генерации.

Тема 6. Финансовые механизмы реализации проектов.

Тема 7. Экономика гибридной генерации.

Тема 8. Влияние технических решений на экономику проектов.

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

Тема 1. Введение в основы рынка электроэнергетики.

Тема 2. Нормативно-правовые основы электроэнергетики на основе возобновляемых источников энергии и смежных отраслей.

Тема 3. Сегменты возобновляемой энергетики.

Тема 4. Элементы финансово-экономической модели производства фотоэлектрических преобразователей.

Тема 5. Элементы финансово-экономической модели проектов генерации.

Тема 6. Финансовые механизмы реализации проектов.

Тема 7. Экономика гибридной генерации.

Тема 8. Влияние технических решений на экономику проектов.

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 основы рынка электроэнергетики.</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 2. Нормативно-правовые основы электроэнергетики на основе возобновляемых источников энергии и смежных отраслей.</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 3. Сегменты возобновляемой энергетики.</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 4. Элементы финансово-экономической модели производства фотоэлектрических преобразователей.</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 5. Элементы финансовоэкономической модели проектов генерации.</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 6. Финансовые механизмы реализации проектов.</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 7. Экономика гибридной генерации.</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 8. Влияние технических решений на экономику проектов</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Самостоятельная 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**

*Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:*

- 1. Что представляет собой ценовая и неценовая зона?*
- 2. Что представляет собой технологически изолированная территория? Приведите примеры.*
- 3. Какие виды договоров предусматривают нерегулируемые тарифы на электроэнергию?*
- 4. Основные нормативные правовые акты, регулирующие вопросы в сфере возобновляемых источников энергии*
- 5. Какие в мировой практике действуют нормы природоохранного регулирования, законодательства в вопросах борьбы с климатическими изменениями? Какие могут быть последствия для национальной экономики от вступления в силу международных норм?*
- 6. Какие существуют основные сегменты возобновляемой энергетики?*
- 7. Что представляет собой распределённая энергетика?*
- 8. Как выглядит структура затрат на производство фотоэлементов?*
- 9. Технические решения, повышающие эффективность производства*
- 10. Какие основные элементы структуры затрат на реализацию проектов генерации?*
- 11. Что представляет собой удельная стоимость производства электрической энергии?*
- 12. В чём основные особенности энергосервисного механизма реализации проектов?*
- 13. Что представляет собой механизм заключения договора поставки электроэнергии по нерегулируемому тарифу?*
- 14. Перечислите наиболее популярные виды гибридных энергетических комплексов?*
- 15. Какова структура затрат проектов на основе гибридной генерации?*
- 16. Какие существуют технические решения повышения эффективности объектов генерации на основе ВИЭ?*

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

1. Ценовые и неценовые зоны
2. Производство, передача, распределение электрической энергии в единой энергосистеме
3. Изолированные энергосистемы, организация энергоснабжения
4. Оптовый и розничный рынки электроэнергии и мощности
5. Основные нормативные правовые акты в сфере возобновляемых источников энергии

6. Микрогенерация на основе ВИЭ: принцип работы энергоустановок, основы регулирования
7. Роль локализации оборудования в развитии отрасли возобновляемой энергетики
8. Перспективы углеродного регулирования
9. Потенциал влияния углеродного следа на национальную экономику
10. Снижение углеродного следа в товарах и услугах за счет ВИЭ
11. Сетевая генерация на основе ВИЭ
12. Распределённая энергетика
13. Автономная, децентрализованная гибридная генерация, экономические параметры, технические решения
14. Производство ФЭП, структура затрат
15. Факторы, влияющие на себестоимость производства генерирующего оборудования ВИЭ
16. Объекты генерации на основе ВИЭ: структура затрат
17. Мировая практика конкурсного отбора проектов ВИЭ
18. LCOE, сравнение по видам генерации
19. Принцип энергосервисных договоров
20. Механизм концессии в электроснабжении
21. PPA (power purchase agreement), принцип договора, применимость в России
22. Экономика гибридной генерации
23. Виды гибридных энергетических комплексов, состав оборудования
24. Влияние технических решений на экономику проектов генерации
25. Чувствительность в финансово-экономических моделях

#### 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	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать,	хорошо		71-85

	более широких 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) Велькин, В. И. Возобновляемая энергетика и энергосбережение : учебник / В. И. Велькин, Я. М. Щелоков, С. Е. Щеклеин ; под общ. ред. проф., д-ра техн. наук В. И. Велькина. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА : Изд-во Урал. ун-та, 2022. - 312 с. - ISBN 978-5-9765-4991-3 (ФЛИНТА) ; ISBN 978-5-7996-3122-2 (Изд-во Урал. ун-та). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1891493>

**Дополнительная литература**

- 1) Копылов А.Е. Экономика ВИЭ. Издание 2-е, переработанное и дополненное. 2017 г.
- 2) Фортов В.Е., Попель О.С. Возобновляемая энергетика в современном мире: учебное пособие. Издательский дом МЭИ. 2015 г. 450 с.
- 3) Чубайс А.Б., Копылов А.Е. Развитие возобновляемой энергетике в России. Издательская группа «Точка». 2020 г.

**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: «Материалы для солнечной энергетики».

Цель дисциплины: формирование знаний и умений по производству и использованию материалов для солнечной энергетики.

## 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 разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - основные виды и свойства материалов солнечной энергетики;  Студент должен <b>уметь</b> : - выбирать методы исследования свойств материалов солнечной энергетики;  Студент должен <b>владеть</b> навыками: - исследования свойств материалов солнечной энергетики;
<i>ПК-2 Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : - основные тенденции использования материалов солнечной энергетики;  Студент должен <b>уметь</b> : - решать базовые практические задачи по исследованию свойств материалов солнечной энергетики.  Студент должен <b>владеть</b> навыками: - описания работы технологий солнечной энергетики.

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Материалы для солнечной энергетики» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к дисциплинам по выбору.

## 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. Кремниевые материалы для солнечной энергетики</i>	<i>Основные виды, характеристики и свойства кремниевых пластин, используемых для производства материалов солнечной энергетики</i>
2	<i>Тема 2. Полупроводниковые материалы для солнечной энергетики.</i>	<i>Основные виды, характеристики и свойства полупроводниковых материалов, используемых для производства материалов солнечной энергетики</i>
3	<i>Тема 3. Органические материалы для солнечной энергетики</i>	<i>Основные виды, характеристики и свойства органических материалов, используемых для производства материалов солнечной энергетики</i>
4	<i>Тема 4. Перовскитные материалы для солнечной энергетики</i>	<i>Основные виды, характеристики и свойства перовскитных материалов, используемых для производства материалов солнечной энергетики</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. Кремниевые материалы для солнечной энергетики*

*Тема 2. Полупроводниковые материалы для солнечной энергетики.*

*Тема 3. Органические материалы для солнечной энергетики*

*Тема 4. Перовскитные материалы для солнечной энергетики*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*Тема 1. Кремниевые материалы для солнечной энергетики*

*Тема 2. Полупроводниковые материалы для солнечной энергетики.*

*Тема 3. Органические материалы для солнечной энергетики*

*Тема 4. Перовскитные материалы для солнечной энергетики*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

*Тема 1. Кремниевые материалы для солнечной энергетики*

*Тема 2. Полупроводниковые материалы для солнечной энергетики.*

*Тема 3. Органические материалы для солнечной энергетики*

*Тема 4. Перовскитные материалы для солнечной энергетики*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

*Тема 1. Кремниевые материалы для солнечной энергетики*

*Тема 2. Полупроводниковые материалы для солнечной энергетики.*

*Тема 3. Органические материалы для солнечной энергетики*

*Тема 4. Перовскитные материалы для солнечной энергетики*

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. Кремниевые материалы для солнечной энергетики</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 2. Полупроводниковые материалы для солнечной энергетики.</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 3. Органические материалы для солнечной энергетики</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
<i>Тема 4. Перовскитные материалы для солнечной энергетики</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**

*Типовые вопросы к опросу:*

Полупроводниковые материалы для нанотехнологий. Кремний и его модификации (кремний на изоляторе, пористый кремний).

Сравнительный анализ Si, Ge, A3B5, A2B6, A4B4.

Анализ основных соединений кремния лежащих в основе производства силикатных и тугоплавких неметаллических материалов, и изделий.

Расскажите о влияниях примесей кремния, марганца, фосфора, серы на свойства углеродистой стали.

Расскажите о классификации, маркировке, области применения углеродистой стали улучшенного качества.

Расскажите о влияниях примесей кремния, марганца, фосфора, серы на свойства чугуна.

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

- 1. Сегнето-, пьезо- и пироэлектрики Сегнетоэлектрики-полупроводники, сегнетомагнетики.*
- 2. Применение диэлектриков.*
- 3. Определения. Основные типы полупроводниковых материалов и требования к ним.*
- 4. Основные технологические процессы в полупроводниковой технике.*
- 5. Полупроводниковые материалы с расширенными функциональными возможностями (термисторы, магнитные полупроводники, светоизлучающие элементы, материалы для полупроводниковых лазеров).*
- 6. Термоэлектрические явления. Применение полупроводников.*
- 7. Использование полупроводников*

## **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. Хазин, М. Л. Надежность, оптимизация и диагностика автоматизированных систем : учебник / М. Л. Хазин. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 248 с. - ISBN 978-5-9729-0890-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1903137>. – Режим доступа: по подписке.
2. Велькин, В. И. Возобновляемая энергетика и энергосбережение : учебник / В. И. Велькин, Я. М. Щелоков, С. Е. Щеклеин ; под общ. ред. проф., д-ра техн. наук В. И. Велькина. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА : Изд-во Урал. ун-та, 2022. - 312 с. - ISBN 978-5-9765-4991- 3 (ФЛИНТА) ; ISBN 978-5-7996-3122-2 (Изд-во Урал. ун-та). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1891493>. – Режим доступа: по подписке.
3. Ушаков, В. Я. Современные проблемы электроэнергетики: Учебное пособие / Ушаков В.Я. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2014. - 447 с.: ISBN 978-5-4387- 0521-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/701886> – Режим доступа: по подписке

### **Дополнительная литература**

1. Болсуновский С.А., Вермель В.Д. Методика и техническое оснащение оценки вибрационных характеристик системы «станок - приспособление - инструмент - деталь» в процессе скоростного фрезерования // Научно-технический отчет ЦАГИ 2008 год: Сб. статей / Центральный Аэрогидродинамический Институт. Жуковский, 2009.
2. Болсуновский С.А., Вермель В.Д., Губанов Г.А. Кажан А.В. Опыт изготовления лопаток модели турбокомпрессора с повышенной точностью в условиях опытного производства// САПР и графика. 2009. №
3. Синопальников, Вадим Александрович Надежность и диагностика технологических систем : учебник / В. А. Синопальников, С. Н. Григорьев. — Москва: Высшая школа, 2005. — 343 с.: ил. — Библиогр.: с. 341. — 18БК 5-06-004422-Х.Надежность и диагностика технологических систем: Учебник/ В.А. Синопальников, С.Н. Григорьев .-М.: Высшая шк.,2005.-343 с.: ил.
4. Приборы и системы для измерения вибрации, шума и удара: справочник в 2 кн. / под ред. В. В. Клюева. — Москва: Машиностроение, 1978.
3. Диагностика технологических систем. Часть 1: учебное пособие / А.Н. Гаврилин, Б.Б. Мойзес; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. - 120 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.

### 1. Наименование дисциплины: «Современные проблемы солнечной энергетики».

Цель дисциплины заключается в освоении современных теоретических и практических аспектов развития солнечной энергетики. Студенты узнают о новейших принципах работы солнечных установок, технологиях получения и использования солнечной энергии, а также о проблемах и перспективах развития данной отрасли.

### 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 организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен <b>знать</b> : Технические аспекты установки и подключения солнечных панелей.  Студент должен <b>уметь</b> : - анализировать и оценивать эффективность и экономическую целесообразность использования солнечной энергии.  Студент должен <b>владеть</b> навыками: Выбора подходов к обслуживанию и ремонту солнечных установок.
<i>ПК-3 Способен организовывать контроль и техническое сопровождение разработки материалов для выбранных приложений и технологических процессов конкретных производств</i>	<i>ПК-3.1 Организует входной контроль материалов, сырья и оборудования, необходимого для выполнения поставленной задачи. ПК-3.2 Организует проведение и контроль метрологических испытаний предлагаемого технологического решения. ПК-3.3 Организует техническое сопровождение этапов испытания и производства в соответствии с предлагаемым технологическим решением в лабораторных условиях и на производстве.</i>	<b>Знать</b> : Принципы работы фотоэлектрических систем. Принципы работы термических систем солнечной энергетики.  <b>Уметь</b> : подбирать пути интеграции солнечной энергетики в существующие энергетические системы.  <b>Владеть</b> : навыками поиска подходящих способов внедрения солнечных панелей на местности.

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современные проблемы солнечной энергетики» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к дисциплинам по выбору.



#### 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>Анализ и оценка эффективности работы солнечных установок</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Методы и инструменты для анализа производительности солнечных панелей.</li><li>- Оценка эффективности работы солнечных установок в различных климатических условиях.</li><li>- Анализ факторов, влияющих на эффективность работы солнечных установок (например, загрязнение панелей, тени от окружающих объектов).</li><li>- Оптимизация работы солнечных установок для максимального использования солнечной энергии.</li></ul>
2	<i>Выбор оптимального места для установки солнечных панелей</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Анализ климатических и географических условий для определения наиболее подходящих</li></ul>

		<p>мест для установки солнечных панелей.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Учет факторов, таких как направление и угол наклона панелей, чтобы максимизировать получение солнечной энергии.</li> <li>- Оценка возможностей интеграции солнечных панелей в уже существующую инфраструктуру (например, крыши зданий или земельные участки).</li> <li>- Расчет потенциала солнечной энергии в различных регионах и выбор оптимальных мест для установки солнечных панелей.</li> </ul>
3	Проектирование и реализация проектов в области солнечной энергетики	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Разработка технических спецификаций и проектных решений для солнечных установок.</li> <li>- Определение требуемой мощности и объема установок в зависимости от потребностей энергосистемы.</li> <li>- Выбор и интеграция необходимого оборудования (солнечные панели, инверторы, батареи и т. д.).</li> <li>- Расчет бюджета и оценка экономической эффективности проектов в области солнечной энергетики.</li> </ul>
4	Обслуживание и ремонт солнечных установок	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Разработка планов обслуживания и регулярного технического обследования солнечных установок.</li> <li>- Диагностика и устранение неисправностей в работе солнечных панелей и связанного оборудования.</li> <li>- Проведение профилактических мероприятий для поддержания оптимальной производительности солнечных установок.</li> <li>- Разработка стратегий управления и контроля работы солнечных установок для минимизации времени простоя и максимизации эффективности.</li> </ul>
5	Интеграция солнечной энергетики в существующие энергетические системы	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализ возможностей интеграции солнечной энергии в сетевые и автономные энергетические системы.</li> <li>- Разработка и реализация стратегий для оптимального использования солнечной энергии в существующих энергетических системах.</li> </ul>

		<p>- Исследование и анализ влияния интеграции солнечной энергии на стабильность и надежность работы энергетических систем.</p> <p>- Разработка моделей и алгоритмов управления для оптимизации использования солнечной энергии в сетевых и автономных системах.</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 Анализ и оценка эффективности работы солнечных установок
- 2 Выбор оптимального места для установки солнечных панелей
- 3 Проектирование и реализация проектов в области солнечной энергетики
- 4 Обслуживание и ремонт солнечных установок
- 5 Интеграция солнечной энергетики в существующие энергетические системы

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

- 1 Анализ и оценка эффективности работы солнечных установок
- 2 Выбор оптимального места для установки солнечных панелей
- 3 Проектирование и реализация проектов в области солнечной энергетики
- 4 Обслуживание и ремонт солнечных установок
- 5 Интеграция солнечной энергетики в существующие энергетические системы

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:*

- 1 Анализ и оценка эффективности работы солнечных установок
- 2 Выбор оптимального места для установки солнечных панелей
- 3 Проектирование и реализация проектов в области солнечной энергетики
- 4 Обслуживание и ремонт солнечных установок
- 5 Интеграция солнечной энергетики в существующие энергетические системы

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

- 1 Анализ и оценка эффективности работы солнечных установок
- 2 Выбор оптимального места для установки солнечных панелей
- 3 Проектирование и реализация проектов в области солнечной энергетики
- 4 Обслуживание и ремонт солнечных установок
- 5 Интеграция солнечной энергетики в существующие энергетические системы

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>Анализ и оценка эффективности работы солнечных установок</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
<i>Выбор оптимального места для установки солнечных панелей</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
<i>Проектирование и реализация проектов в области солнечной энергетики</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
<i>Обслуживание и ремонт солнечных установок</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
<i>Интеграция солнечной энергетики в существующие энергетические системы</i>	<i>ПК-2; ПК-3</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

### *Типовые вопросы для опроса*

1. Какие методы и инструменты используются для анализа производительности солнечных панелей?
2. Как проводится оценка эффективности работы солнечных установок в различных климатических условиях?
3. Какие факторы могут влиять на эффективность работы солнечных установок и как они анализируются?
4. Каким образом можно оптимизировать работу солнечных установок для максимального использования солнечной энергии?
5. Какие климатические и географические условия нужно учитывать при выборе оптимального места для установки солнечных панелей?
6. Какой угол наклона и направление панелей являются наиболее эффективными для получения солнечной энергии?
7. Какие возможности есть для интеграции солнечных панелей в уже существующую инфраструктуру?
8. Каким образом рассчитывается потенциал солнечной энергии в различных регионах и как выбираются оптимальные места для установки солнечных панелей?

9. Какие технические спецификации и проектные решения необходимо разработать для солнечных установок?
10. Как оценивается экономическая эффективность проектов в области солнечной энергетики?

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

1. Методы анализа производительности солнечных панелей: измерение электрической выходной мощности, измерение напряжения и тока, термографическое сканирование, спектральный анализ.

2. Инструменты для анализа производительности солнечных панелей: солнечные трекеры, пирометры, вольтметры, амперметры, термографические камеры, спектральные анализаторы.

3. Оценка эффективности работы солнечных установок в различных климатических условиях проводится путем измерения выходной мощности и сравнения ее с ожидаемыми значениями на основе данных о солнечной радиации и температуре.

4. Факторы, влияющие на эффективность работы солнечных установок: инсоляция, температура окружающей среды, загрязнение панелей, технические характеристики панелей (эффективность преобразования, угол наклона, направление), потери в системе передачи энергии.

5. Оптимизация работы солнечных установок для максимального использования солнечной энергии может осуществляться путем оптимального выбора угла наклона и направления панелей, использования солнечных трекеров, регулировки температуры панелей, улучшения технических характеристик панелей.

6. При выборе оптимального места для установки солнечных панелей необходимо учитывать климатические условия, такие как инсоляция, температура, облачность, а также ветровые условия.

7. При выборе оптимального места для установки солнечных панелей необходимо учитывать географические условия, такие как широта, долгота, высота над уровнем моря, топография местности.

8. Наиболее эффективный угол наклона для получения солнечной энергии зависит от широты места установки и может быть рассчитан с помощью специальных формул или определен по опыту.

9. Наиболее эффективное направление панелей для получения солнечной энергии зависит от широты и времени года и может быть определено с помощью специальных программных инструментов или методов расчета.

10. Возможности интеграции солнечных панелей в уже существующую инфраструктуру включают установку на крышах зданий, использование в качестве навесов для парковок или остановок общественного транспорта, интеграцию в фасады зданий.

11. Расчет потенциала солнечной энергии в различных регионах основывается на данных о солнечной радиации, климатических условиях и географических характеристиках, и может быть выполнен с помощью специальных программных инструментов или методов моделирования.

12. Оптимальные места для установки солнечных панелей выбираются на основе анализа данных о солнечной радиации, климатических условиях, географических характеристиках, доступности подключения к электросети и других факторов.

13. Технические спецификации для солнечных установок включают такие параметры, как мощность панелей, эффективность преобразования, угол наклона и направление панелей, тип и емкость батарей, системы контроля и управления.

14. Проектные решения для солнечных установок включают выбор оптимального места для установки, определение необходимой мощности и количества панелей,

разработку системы крепления и подключения, выбор типа и емкости батарей, разработку системы контроля и управления.

15. Оценка экономической эффективности проектов в области солнечной энергетики проводится путем расчета затрат на установку и эксплуатацию солнечных установок и сравнения их с ожидаемыми доходами от продажи полученной электроэнергии или сэкономленных затрат на энергию.

16. При оценке экономической эффективности проектов в области солнечной энергетики учитываются такие факторы, как инвестиционные затраты, операционные расходы, стоимость электроэнергии, срок окупаемости, ставка дисконта, государственная поддержка.

17. Методы расчета экономической эффективности проектов в области солнечной энергетики включают расчет чистой приведенной стоимости, внутренней нормы доходности, срока окупаемости, индекса доходности.

18. Факторы, влияющие на экономическую эффективность проектов в области солнечной энергетики, включают стоимость панелей и оборудования, стоимость электроэнергии, ставки процента, срок службы установки, государственную поддержку, инфляцию.

19. Оценка экологической эффективности проектов в области солнечной энергетики проводится путем анализа воздействия на окружающую среду, такого как снижение выбросов парниковых газов, уменьшение использования ископаемых топлив, сокращение отходов.

20. При оценке экологической эффективности проектов в области солнечной энергетики учитываются такие факторы, как снижение выбросов парниковых газов, уменьшение загрязнения воздуха и воды, сокращение потребления природных ресурсов, сохранение биологического разнообразия.

#### 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	<i>Включает нижестоящий уровень.</i>	хорошо		71-85

	умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	Способность 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 литература**

1. Ушаков, В. Я. Современные проблемы электроэнергетики: Учебное пособие / Ушаков В.Я. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2014. - 447 с.: ISBN 978-5-4387-0521-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/701886>. – Режим доступа: по подписке.
2. Велькин, В. И. Возобновляемая энергетика и энергосбережение : учебник / В. И. Велькин, Я. М. Щелоков, С. Е. Щеклеин ; под общ. ред. проф., д-ра техн. наук В. И. Велькина. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА : Изд-во Урал. ун-та, 2022. - 312 с. - ISBN 978-5-9765-4991-3 (ФЛИНТА) ; ISBN 978-5-7996-3122-2 (Изд-во Урал. ун-та). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1891493>. – Режим доступа: по подписке.

### **Дополнительная литература**

1. Велькин, В. И. Возобновляемая энергетика и энергосбережение : учебник / В. И. Велькин, Я. М. Щелоков, С. Е. Щеклеин ; под общ. ред. проф., д-ра техн. наук В. И. Велькина ; Мин-во науки и высш. образования РФ. - Екатеринбург : Изд-во



#### **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.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»  
Высшей школы Нанотехнологий и инженерии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Микропроцессорные технологии»**

**Шифр: 03.04.02**

**Направление подготовки: Физика**

**Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»**

**Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь**

Калининград  
2024

## Лист согласования

**Составитель:** Чижма Сергей Николаевич, д.т.н., профессор  
Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 14 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

Директор ВШ Нанотехнологий и  
инженерии

А.В.Юров  
К.А. Гриценко

## Содержание

1. Наименование дисциплины «**Микропроцессорные технологии**».
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: «Микропроцессорные технологии».

Цель дисциплины: формирование у студентов базовых знаний о принципах организации современных ЭВМ, комплексов и систем, овладение студентами основными приемами и методами программного управления средствами вычислительной техники на ассемблерном уровне.

## 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 организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств</i>	<i>ПК-2.1. Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК- 2.2. Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3. Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства</i>	<b>Знать:</b> - виды, особенности, характеристики и опыт применения современных технологий в области солнечной энергетики; - основы применения производственных технологий и принципы работы оборудования, используемого в организациях для создания тематической продукции; - основы работы технологии и сервисов интернета вещей с искусственным интеллектом по мониторингу, контролю и анализу получаемой информации в режиме реального времени для выдачи готовых практических решений; - прикладные компьютерные программы для разработки технической документации; системы и методы проектирования объектов солнечной энергетики. <b>Уметь:</b> - применять методики проведения общих и специальных расчетов по тематике для получения необходимых технических данных; - проводить тестирование разработанных изделий и их моделей; применять программные средства общего и специального назначения для обработки полученных данных и моделирования путей их применения;

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- читать и анализировать проектную и рабочую конструкторскую документацию для определения состава изделия</li> <li><b>Владеть:</b> навыками</li> <li>- мониторинга процесса создания составных частей, изделий, комплексов и (или) систем по тематике;</li> <li>- анализа полученных показателей по результатам проведенных работ по созданию составных частей, изделий, комплексов и (или) систем по тематике;</li> <li>- корректировки и согласования технической документации по тематике;</li> <li>- разработки практических решений по повышению эффективности создания составных частей, изделий, комплексов и систем по тематике</li> </ul>
--	--	---

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «**Микропроцессорные технологии**» представляет собой дисциплину Б1.В.ДВ.01.03.ДВ.01.04 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.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Тема 1. Основы построения ЭВМ.	<i>Основы построения ЭВМ. Основные понятия, термины и определения. Машина фон Неймана. Характеристики и классификации ЭВМ. Функциональная и шинная организация ЭВМ. Информационно – арифметические основы построения ЭВМ.</i>
2	Тема 2. Структура и архитектура микропроцессоров.	<i>Архитектура и работа микропроцессора. Понятие узла, блока, устройства. Арифметико-логическое устройство (АЛУ). Устройство управления (УУ). Микропрограммное управление. Этапы выполнения команды и программы. Система прерываний.</i>
3	Тема 3. Общее понятие программирования микропроцессоров.	<i>Этапы разработки проекта. Алгоритм, графическая схема алгоритма, ввод программ, проверка синтаксиса, отладка программ, трансляция, компиляция, линковка. Программирование микропроцессора. Программные пакеты для программирования микропроцессоров.</i>
4	Тема 4. Программирование микропроцессоров на языке «Си».	<i>Структура языка Си. Синтаксис языка. Связь с архитектурой микропроцессора. Программные пакеты для программирования на языке Си.</i>
5	Тема 5. Программирование микропроцессоров на языке ассемблера.	<i>Язык ассемблера. Синтаксис языка. Команды и директивы языка. Способы адресации. Архитектура микропроцессора. Прерывания.</i>
6	Тема 6. Способы организации ввода-вывода в микропроцессорах.	<i>Способы организации ввода-вывода в микропроцессорах. Обобщенная программная модель порта, контроллера, адаптера. Способы организации ввода-вывода: программно-управляемый, по прерываниям, по каналу прямого доступа. Структурные схемы и алгоритмы ввода-вывода.</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. Основы построения ЭВМ.*

*Тема 2. Структура и архитектура микропроцессоров.*

*Тема 3. Общее понятие программирования микропроцессоров.*

*Тема 4. Программирование микропроцессоров на языке «Си».*

*Тема 5. Программирование микропроцессоров на языке ассемблера.*

*Тема 6. Способы организации ввода-вывода в микропроцессорах.*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

**1. Основы построения ЭВМ.**

*Знакомство с одноплатной ЭВМ Arduino. Знакомство с отладочным программным комплексом Arduino IDE.*

**2. Структура и архитектура микропроцессоров.**

*Работа с цифровыми выводами Arduino. Ввод и вывод дискретной информации.*

**3. Общие понятия программирования микропроцессоров.**

*Знакомство с ПО Atmel Studio 6.2. Способы адресации операндов.*

**4. Программирование микропроцессоров на языке «Си».**

*Работа с аналоговыми сигналами Arduino. Работа Arduino со звуком. Работа с массивами.*

**5. Программирование микропроцессоров на языке ассемблера.**

*Арифметические и логические команды. Реализация типовых структур алгоритмов. Организация подпрограмм. Система прерываний.*

**6. Способы организации ввода-вывода в микропроцессорах.**

*Программирование дискретных входов и выходов. Программирование АЦП и аналоговых компараторов. Использование дискретных выводов для организации ШИМ-сигнала.*

Требования к самостоятельной работе студентов

*Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Основы построения ЭВМ.*

*Структура и архитектура микропроцессоров. Общее понятие программирования микропроцессоров. Программирование микропроцессоров на языке «Си».*

*Программирование микропроцессоров на языке ассемблера. Способы организации ввода-вывода в микропроцессорах.*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*

***Тема 1. Основы построения ЭВМ.***

*Основы построения ЭВМ. Основные понятия, термины и определения. Машина фон Неймана. Характеристики и классификации ЭВМ. Функциональная и шинная организация ЭВМ. Информационно – арифметические основы построения ЭВМ.*

***Тема 2. Структура и архитектура микропроцессоров.***

*Архитектура и работа микропроцессора. Понятие узла, блока, устройства. Арифметико-логическое устройство (АЛУ). Устройство управления (УУ). Микропрограммное управление. Этапы выполнения команды и программы. Система прерываний.*

***Тема 3. Общее понятие программирования микропроцессоров.***

*Этапы разработки проекта. Алгоритм, графическая схема алгоритма, ввод программ, проверка синтаксиса, отладка программ, трансляция, компиляция, линковка. Программирование микроконтроллера. Программные пакеты для программирования микропроцессоров.*

***Тема 4. Программирование микропроцессоров на языке «Си».***

*Структура языка Си. Синтаксис языка. Связь с архитектурой микроконтроллера. Программные пакеты для программирования на языке Си.*

***Тема 5. Программирование микропроцессоров на языке ассемблера.***

*Язык ассемблера. Синтаксис языка. Команды и директивы языка. Способы адресации.*

*Архитектура микроконтроллера. Прерывания.*

***Тема 6. Способы организации ввода-вывода в микропроцессорах.***

*Способы организации ввода-вывода в микроконтроллерах. Обобщенная программная модель порта, контроллера, адаптера. Способы организации ввода-вывода: программно-управляемый, по прерываниям, по каналу прямого доступа. Структурные схемы и алгоритмы ввода-вывода.*

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 построения ЭВМ.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита практических работ</i>
<i>Тема 2. Структура и архитектура микропроцессоров.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита практических работ</i>
<i>Тема 3. Общее понятие программирования микропроцессоров.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита практических работ</i>
<i>Тема 4. Программирование микропроцессоров на языке «Си».</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита практических работ</i>
<i>Тема 5. Программирование микропроцессоров на языке ассемблера.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита практических работ</i>
<i>Тема 6. Способы организации ввода-вывода в микропроцессорах.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита практических работ</i>

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

### **Примеры.**

1. Основным принципом построения всех современных ЭВМ является:
  - а) закрытость архитектуры
  - б) адресность памяти
  - в) программное управление
2. Чем должен сопровождаться переход к конструированию ЭВМ на СБИС и ультра-СБИС?
  - а) снижением тактовой частоты работы схемы
  - б) уменьшением разрядности процессора
  - в) уменьшением вычислительной мощности
3. Что образует ядро ПЭВМ?
  - а) система ввода-вывода информации
  - б) процессор и основная память
  - в) файловая система
4. Какие языки относятся к языкам программирования низкого уровня?
  - а) процедурно-ориентированные
  - б) машинно-ориентированные
  - в) проблемно-ориентированные
5. Какие числа представляются в виде мантиссы  $m$  и порядка  $p$ ?
  - а) числа, представленные в двоично-десятичном коде
  - б) числа с плавающей точкой

- в) числа с фиксированной точкой
6. Что относят к системам автоматизации программирования?
- а) редакторы  
б) средства отладки  
в) языки программирования, языковые трансляторы, редакторы, средства отладки
7. Какие виды ЭВМ выделяют в соответствии с физическим представлением обрабатываемой информации?
- а) ЭВМ первого, второго, третьего и четвертого поколений  
б) аналоговые, цифровые, гибридные  
в) суперкомпьютер, базовый компьютер, рабочая станция, мини-компьютер
8. Если выделение ресурсов производится перед выполнением программы, такой процесс называется:
- а) динамическим перемещением  
б) динамико-статическим перемещением  
в) статическим перемещением
9. Какой элемент операционной системы IBM PC отвечает за работу файловой системы, обслуживает прерывания верхнего уровня (32...63), обеспечивает информационное взаимодействие с внешними устройствами?
- а) программа начальной загрузки  
б) модуль расширения BIOS  
в) командный процессор
10. По какому признаку компьютеры подразделяют на супер-ЭВМ, большие ЭВМ, средние ЭВМ, персональные и профессиональные компьютеры, мобильные и карманные компьютеры?
- а) по совместимости  
б) по типоразмерам  
в) по типу используемого процессора
11. CISC (Complex Instruction Set Computer) подразумевает, что процессор:
- а) поддерживает ограниченный набор команд и имеет небольшое число регистров  
б) поддерживает очень большой набор команд и имеет большое число регистров  
в) поддерживает очень большой набор команд и имеет небольшое число регистров
12. Какой из внешних интерфейсов обладает первоначальной скоростью 850 Мбит/с?
- а) параллельный порт (LPT)  
б) USB 2.0  
в) Fire Wire
13. Совокупность оперативной памяти и внешних запоминающих устройств, а также комплекса программно-аппаратных средств, обеспечивающих динамическую переадресацию данных, – это:
- а) виртуальная память  
б) виртуальная машина  
в) кэш-память
14. Микропроцессоры пятого поколения имеют:
- а) 64-разрядную шину данных и 32-разрядную шину адресов  
б) 64-разрядную шину данных и адресов  
в) 32-разрядную шину данных и 64-разрядную шину адресов
15. В каком(-их) режиме(-ах) функционирует механизм поддержки мультизадачности?
- а) только в защищенном  
б) только в реальном  
в) как в реальном, так и в защищенном
16. Какой объем информации может хранить каждый элемент памяти?

- а) 16 Кб
- б) 1 байт
- в) 1 бит

17. Адресуемой единицей информации основной памяти IBM PS является:

- а) бит
- б) байт
- в) ячейка

18. Укажите верное утверждение.

- а) Время доступа к статической памяти существенно меньше, чем к динамической памяти
- б) Быстродействие статической памяти не отличается от быстродействия динамической памяти
- в) Время доступа к динамической памяти существенно меньше, чем к статической памяти

19. По какому признаку интерфейсы делятся на магистральный, радиальный, цепочный и комбинированный?

- а) по принципу обмена информацией
- б) по способу передачи информации
- в) по способу соединения компонентов

20. Какие операции может выполнять ПЗУ?

- а) запись и хранение
- б) чтение, запись и хранение
- в) чтение и хранение

21. Какие устройства обслуживает локальная шина?

- а) наиболее быстрые
- б) как быстрые, так и медленные устройства
- в) сравнительно медленные

22. Какие операнды всегда бывают числовыми?

- а) «операнды в памяти»
- б) регистровые
- в) непосредственные

23. Что понимается под кластеризацией?

- а) технология создания виртуальных серверов
- б) технология, с помощью которой сеть передачи данных распадается на отдельные подсети

в) технология, с помощью которой несколько серверов, сами являющиеся вычислительными системами, объединяются в систему более высокого ранга для повышения эффективности функционирования системы в целом

25. Какая архитектура вычислительной системы предполагает, что параллельно может быть организовано много потоков данных и много потоков команд?

- а) многопроцессорная архитектура
- б) многомашинная архитектура
- в) архитектура с параллельными процессорами

26. Укажите верное утверждение.

- а) Количество уровней системы, объединенных кластерной технологией, не влияет на надежность, масштабируемость и управляемость кластера
- б) Чем больше уровней системы объединены кластерной технологией, тем выше надежность, масштабируемость и управляемость кластера
- в) Чем меньше уровней системы объединены кластерной технологией, тем выше надежность, масштабируемость и управляемость кластера

27. Какой недостаток имеют системы с общей памятью, построенные на системной шине?

- а) низкая скорость межпроцессорного обмена

- б) такие системы плохо масштабируются  
 в) каждый процессор может использовать только ограниченный объем локального банка памяти
28. Архитектура с какой топологией считается наиболее эффективной?  
 а) с топологией «толстое дерево»  
 б) с топологией «звезда»  
 в) с топологией «кольцо»
29. Каково главное преимущество систем с отдельной памятью?  
 а) неограниченный объем локального банка памяти  
 б) хорошая масштабируемость  
 в) относительно невысокая цена
30. Какой компьютер называется суперскалярным?  
 а) компьютер с несколькими физическими процессорами  
 б) компьютер, способный последовательно выполнять несколько команд программы  
 в) компьютер, способный одновременно выполнять несколько последовательных команд программы

#### Ответы

1. б	2. в	3. в	4. а	5. в	6. а	7. а	8. б	9. в	10. а
11. а	12. в	13. в	14. в	15. б	16. б	17. а	18. в	19. а	20. в
21. а	22. б	23. в	24. а	25. б	26. б	27. а	28. в	29. б	30. б

### *Типовые методические указания к практическим работам*

#### Примеры

#### Практическая работа

##### РАБОТА С ЦИФРОВЫМИ ВЫВОДАМИ

Цель работы: знакомство с методами управления цифровыми выводами Arduino, изучение методов программирования цифровых выводов на ввод и вывод информации, программирование ШИМ-сигналов.

#### 1. Теоретические сведения

Одноплатная ЭВМ Arduino Uno имеет девятнадцать цифровых выводов, каждый из которых может работать как на ввод, так и на вывод сигналов. Направление передачи сигнала задается программным способом.

Шесть из упомянутых цифровых выводов могут использоваться как выводы ШИМ-сигналов, что также задается программным способом. Такое использование цифрового выхода является заменой аналогового выхода.

Для исследования возможностей платы Arduino будем использовать макетную плату (рис. 1). Макетная плата – удобный инструмент для экспериментов, позволяющий легко собирать простые схемы без изготовления печатных плат и пайки. С двух сторон по

всей длине макетной платы расположены красные и синие отверстия. Все красные отверстия соединены между собой и служат, как правило, для подачи питания. Для всех лабораторных работ это +5В. Все синие отверстия также электрически соединены между собой и играют роль шины заземления. Каждые пять отверстий, расположенных вертикальными рядами, также соединены между собой.

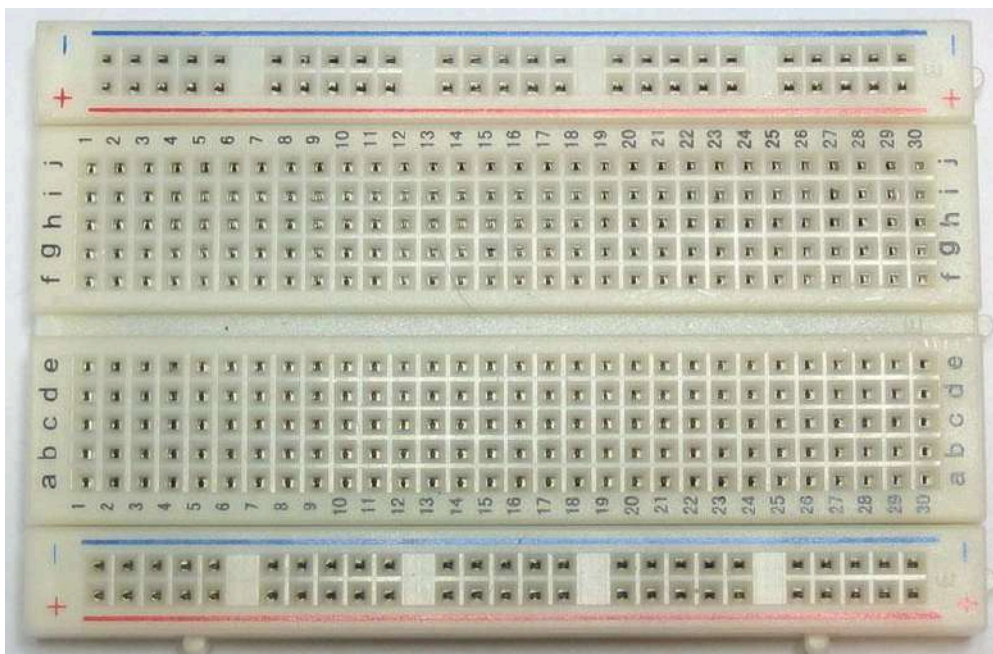


Рис. 1. Внешний вид макетной платы

Электронные компоненты устанавливаются в гнезда макетной платы и соединяются с платой Arduino соединительными проводами с наконечниками. Например, схема, предназначенная для управления светодиодом, которая будет изучаться в лабораторной работе (рис. 2), будет собираться способом, представленном на рис. 3.



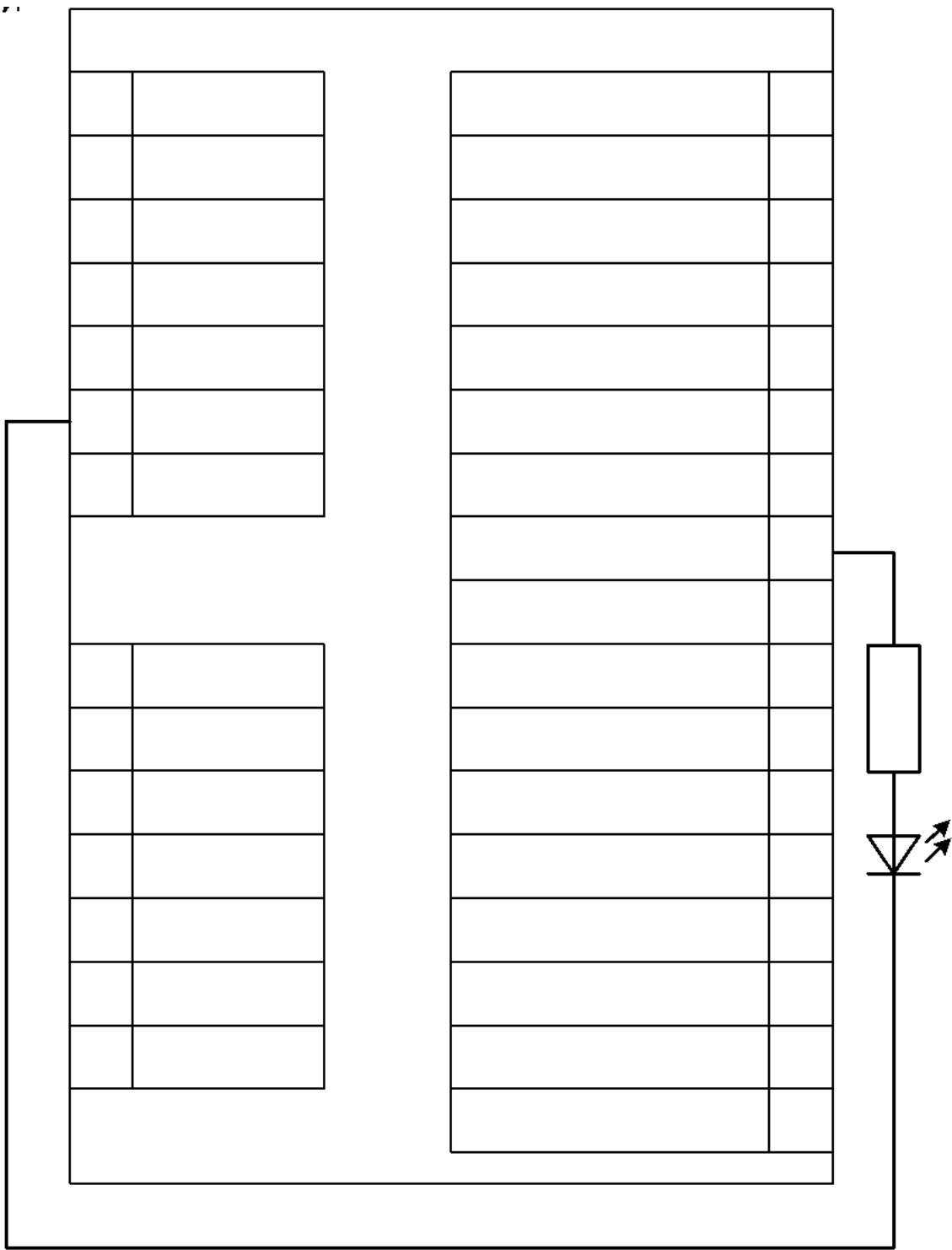


Рис. 2. Принципиальная схема для управления одним светодиодом

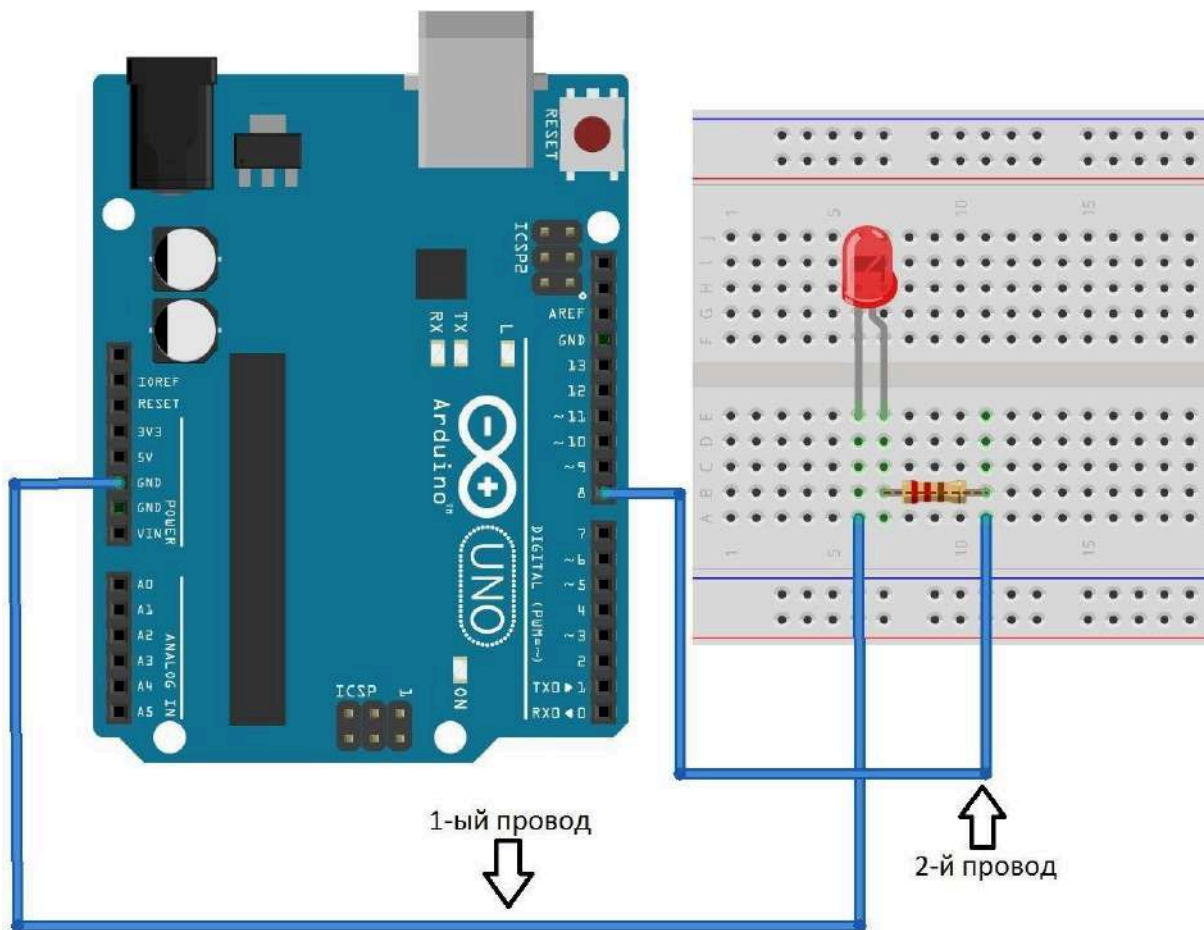


Рис. 3. Схема подключения светодиода на Arduino

По умолчанию все внешние контакты Arduino сконфигурированы как входы. Если нужно использовать контакт Arduino как выход, его нужно переконфигурировать, подав соответствующую команду микроконтроллеру.

Каждая программа для Arduino должна включать две обязательные функции: `setup()` и `loop()`.

Для начала напишем программу, которая управляет светодиодом с периодом моргания одна секунда.

Листинг 1. Пример программы управления светодиодом

```
int led = 8; //объявление переменной целого типа, содержащей номер порта к которому мы подключили второй провод
void setup() //обязательная процедура setup, запускаемая в начале программы; объявление процедур начинается словом void
{
  pinMode(led, OUTPUT); //объявление используемого порта, led - номер порта, второй аргумент - тип использования порта - на вход (INPUT) или на выход (OUTPUT)
}
void loop() //обязательная процедура loop, запускаемая циклично после процедуры setup
{
  digitalWrite(led, HIGH); //эта команда используется для включения или выключения напряжения на цифровом порте; led - номер порта, второй аргумент - включение (HIGH) или выключение (LOW)
```

```
delay(1000); //эта команда используется для ожидания между действиями, аргумент - время ожидания в миллисекундах
digitalWrite(led, LOW);
delay(1000);
}
```

## 2. Порядок выполнения работы

Собрать схему управления светодиодом (рис. 2).

Написать программу управления светодиодом, отладить и скомпилировать ее, выполнить программирование Arduino Uno, запустить программу. Сохранить программу.

Изменить программу, задав плавное изменение частоты моргания светодиода от одной до десяти секунд. Реализация изменения частоты моргания светодиода задается с помощью введения дополнительной переменной, задающей время свечения и паузы. Провести отладку и компиляцию программы, выполнить программирование Arduino Uno, запустить программу. Сохранить программу.

Собрать схему подключения кнопки и светодиода на Arduino (рис.5, 6).

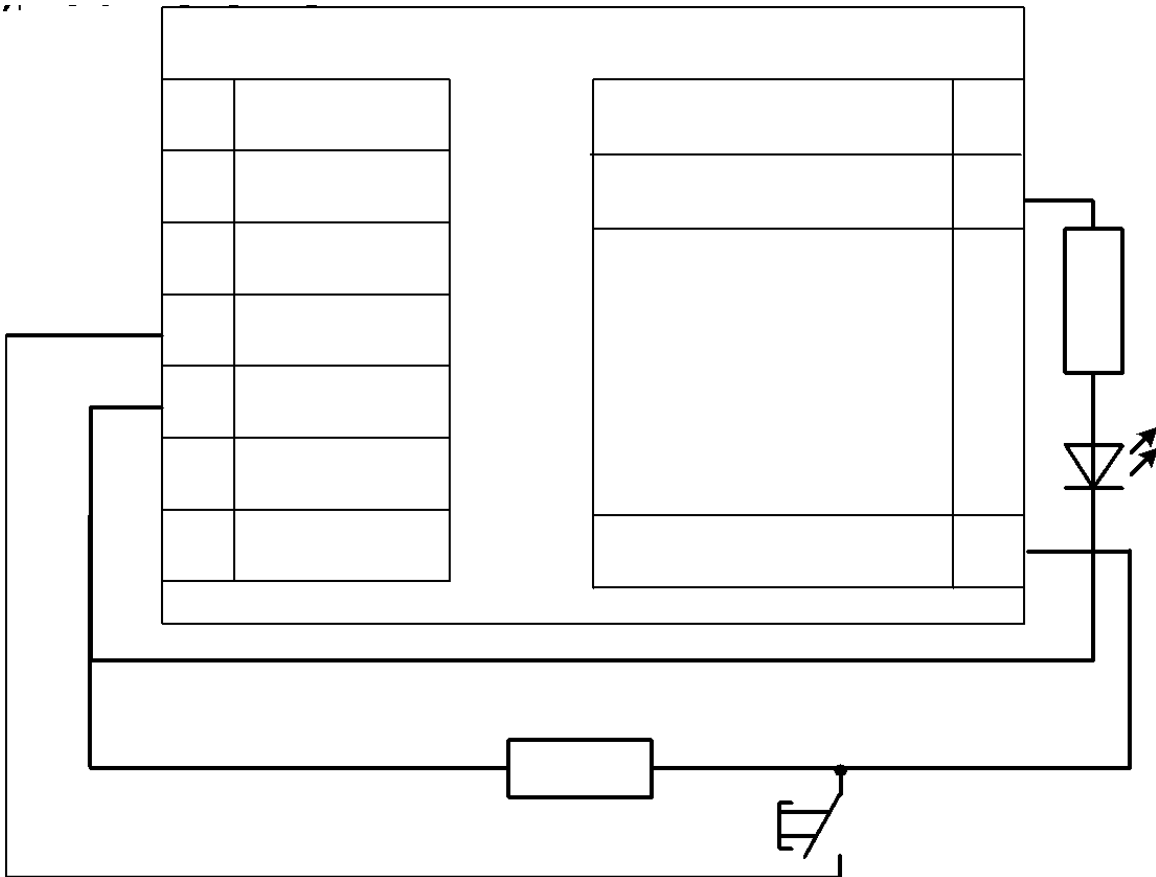


Рис. 5. Принципиальная схема подключения кнопки и светодиода к Arduino

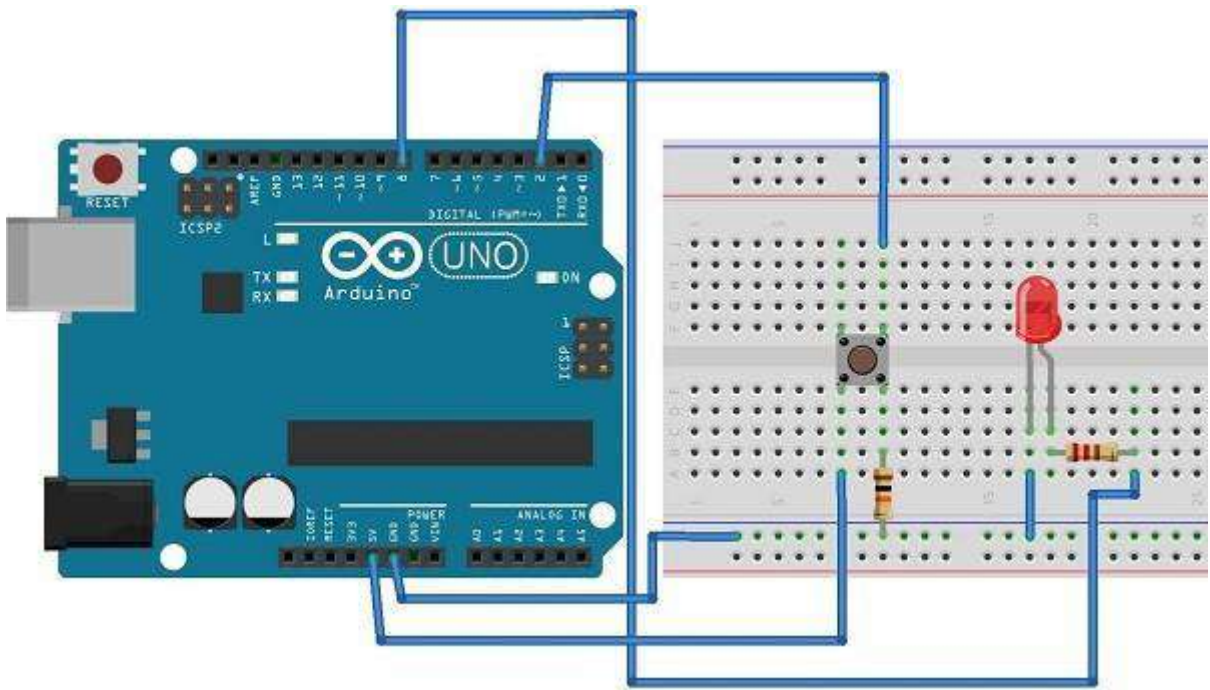


Рис. 6. Монтажная схема подключения кнопки и светодиода к Arduino

Составить программу управления светодиодом от кнопки. Светодиод должен светиться, когда кнопка нажата, и быть выключенным, когда кнопка отжата. Отладить и скомпилировать программу, записать программу в Arduino и запустить ее. Сохранить программу.

Собрать схему управления тремя светодиодами (рис. 2.7). Для лучшей наглядности выберите светодиоды трех цветов: красного, зеленого и синего (R, G, B). Номиналы резисторов такие же, как и в предыдущем примере.

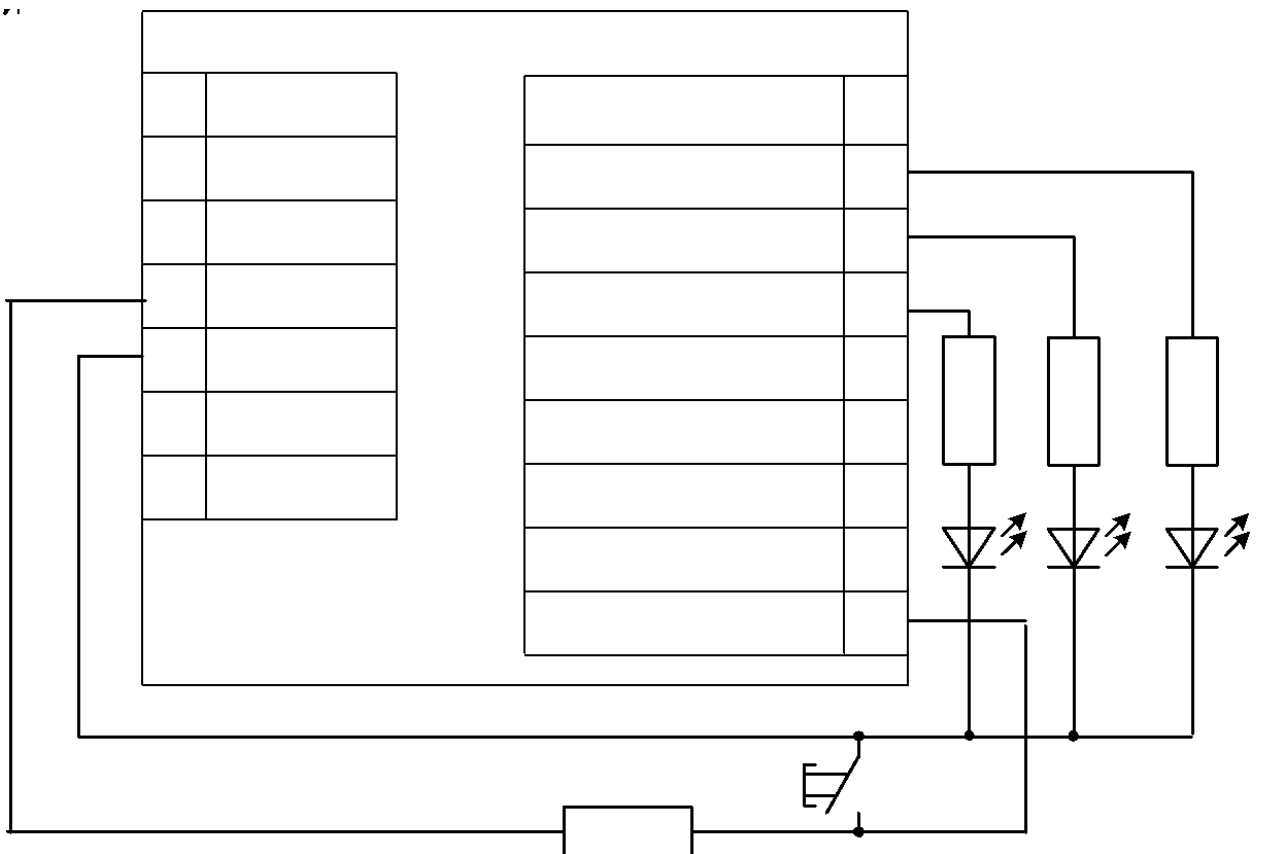


Рис. 7. Схема управления тремя светодиодами

Написать программу для управления тремя светодиодами. При нажатии кнопки должно происходить включение следующего светодиода в последовательности: R, G, B, RG, RB, GB, RGB. При восьмом нажатии кнопки ни один из светодиодов не должен светиться. Таким образом, всего необходимо задать восемь комбинаций.

Отладить и скомпилировать программу, записать программу в Arduino и запустить ее. Сохранить программу.

Написать программу для управления светодиодами в порядке, указанном в таблице 1 для заданного варианта.

Таблица 1

Варианты выполнения задания 8

Номер варианта	Последовательность включения светодиодов
1	R, RG, RB, RGB, пауза
2	G, GR, GB, GRB, пауза
3	B, BG, BR, BRG, пауза
4	RGB, R, RGB, G, RGB, B, пауза
5	RGB, G, RGB, B, RGB, R, пауза
6	RGB, B, RGB, G, RGB, R, пауза
7	RG, RB, GB, RGB, R, пауза
8	RG, RB, GB, RGB, G, пауза
9	RG, RB, GB, RGB, B, пауза
10	RGB, RG, RB, GB, R пауза
11	RGB, RG, RB, GB, G, пауза
12	RGB, RG, RB, GB, B, пауза

### 3. Содержание отчета

Три принципиальные схемы, изучаемые в данной лабораторной работе.

Фотографии собранных схем.

Листинги программ с комментариями.

Графические схемы алгоритмов разработанных программ.

### 4. Контрольные вопросы

Как работать с макетной платой?

Как выбрать резистор для ограничения тока светодиода?

Как подключить внешний светодиод к плате Arduino?

Как считывать состояние кнопки?

Для чего в программе используются функции: `setup()` и `loop()`?

Что будет, если подключить к земле анод светодиода вместо катода?

Что будет, если подключить светодиод с резистором большого номинала (например, 10 кОм)?

Что будет, если подключить светодиод к выводу микроконтроллера без резистора?

Для чего используется встроенная функция `digitalWrite`? Какие параметры она принимает?

Зачем нужна встроенная функция `pinMode`? Какие параметры она принимает?

С помощью какой встроенной функции можно заставить микроконтроллер сделать паузу?

В каких единицах задается длительность паузы для этой функции?

## **Практическая работа** **«СИСТЕМА ПЕРЕРЫВАНИЙ»**

Цель работы: изучение системы прерываний на примере прерывания по переполнению встроенного таймера-счетчика AVR-микроконтроллера.

Теоретическая часть

При работе реальной микропроцессорной системы в ней или вне ее могут произойти события, требующие немедленной реакции. Такая реакция обеспечивается процедурой прерывания (interrupt), которая состоит в том, что выполнение текущей программы приостанавливается, запоминается состояние на момент прерывания, выполняется другая программа, после чего восстанавливается сохраненное до прерывания состояние процессора и продолжается выполнение прерванной программы. Сигнал, вызвавший прерывание текущей программы, называется запросом на прерывание (interruptrequest – IRQ); источник этого сигнала – источником прерывания; последовательность действий, выполняемая по запросу на прерывание, – обслуживанием прерывания, а выполняемая по прерыванию программа – подпрограммой обработки прерывания (interrupthandler, interruptroutine).

Различают два типа источников прерывания – аппаратные и программные. Источниками аппаратных прерываний служат внешние и внутренние периферийные устройства. Запросом на прерывание от внешнего источника является активный сигнал на соответствующем выводе процессора; источник прерывания определяется по выводу, на котором появляется такой сигнал. К источникам программного прерывания относятся специальные команды прерываний (trap) – управляемые программные прерывания и особые условия (exception – исключение) – неуправляемые программные прерывания, являющиеся реакцией процессора на исключительную ситуацию, возникшую при выполнении некоторой команды (переполнение, деление на нуль и т.п.). Запросом на прерывание от программного источника является непосредственно команда прерывания или установка бита (битов), фиксирующих возникновение особого условия. Общее количество источников аппаратных и программных прерываний может быть различным – от единиц до нескольких десятков.

Процедура обслуживания прерываний по запросам от нескольких источников в различных процессорах выполняется по-разному.

Тем не менее основные принципы реализации механизма прерываний являются общими. Управление процедурой прерываний осуществляется специальными устройствами в составе аппаратного обеспечения процессора (контроллерами, схемами управления и т.п.). Основными средствами управления прерываниями являются:

векторы прерываний;  
приоритеты прерываний;  
операция маскирования прерываний;  
флаги прерываний.

В микроконтроллерах указанные средства управления прерываниями реализуются следующим образом.

Для управления прерываниями от N источников в адресном пространстве памяти программ выделяется специальная область из N ячеек памяти (или N блоков, состоящих из нескольких ячеек). В каждой из этих ячеек размещаются команды перехода к соответствующей подпрограмме обработки прерывания или (в случае блока из нескольких ячеек) непосредственно команды, которые необходимо выполнить по запросу на прерывание. Эти ячейки памяти (блоки) называются векторами прерываний (или просто векторами), адрес ячейки (первой ячейки каждого блока) – адресом вектора прерывания. Таким образом, каждому источнику прерывания ставится в соответствие свой

адрес вектора прерывания. Совокупность  $N$  векторов образует таблицу векторов прерываний, которая обычно располагается, начиная с нулевого адреса памяти программ. Приоритеты прерываний (interruptpriority) определяют очередность обслуживания запросов на прерывания. Введение приоритетов необходимо, если возможно одновременное (в течение одного периода тактовой частоты) поступление запросов на прерывание от различных источников или поступление нового запроса на прерывание во время обслуживания прерывания по ранее поступившему запросу. Виды и структура приоритетов прерываний определяются архитектурой процессора. Наиболее простым способом задания приоритетов является последовательное присвоение значений приоритетов в таблице векторов прерываний от высшего к низшему. Высший приоритет всегда имеет аппаратный сброс; далее располагаются векторы прерываний от других источников.

Для того чтобы запретить обслуживание неиспользуемых прерываний, служит операция маскирования. В зависимости от возможности маскирования источники прерывания делятся на маскируемые (maskable), прерывания от которых могут разрешаться или запрещаться, и немаскируемые (nonmaskable), прерывания от которых не могут запрещаться. Маскирование может быть общим и индивидуальным. При общем (глобальном) маскировании все прерывания, кроме немаскируемых, запрещены независимо от их индивидуального маскирования. Индивидуальное маскирование позволяет запрещать (разрешать) прерывание от каждого источника отдельно.

Флаги прерываний представляют собой разряды специальных регистров, устанавливающиеся при поступлении запроса на прерывание от некоторого источника.

Процедура обслуживания прерывания может быть упрощенно представлена состоящей из следующих этапов:

приема запросов на прерывание;

арбитража прерываний;

выполнения подпрограммы обслуживания прерывания.

При приеме запроса на прерывание от немаскируемого источника сразу осуществляется переход к следующему этапу его обслуживания – арбитражу. Запрос на прерывание от маскируемого источника обрабатывается по более сложному алгоритму. При поступлении запроса устанавливается соответствующий флаг прерывания. Далее проверяется наличие общего маскирования прерываний. Если режим общего маскирования установлен, то запросы на прерывания от всех маскируемых источников игнорируются и продолжается выполнение текущей программы. Если режим общего маскирования не задан, то запрещение или разрешение данного прерывания определяется наличием (отсутствием) индивидуального маскирования. Если данное прерывание замаскировано, то запросы на прерывание от данного источника запрещены и продолжается выполнение текущей программы. В противном случае прерывания от данного источника разрешены и для него начинается следующий этап обслуживания – арбитраж.

Арбитраж прерываний служит для определения прерывания с наивысшим приоритетом из очереди поступивших запросов на прерывание. После арбитража начинается выполнение выбранного запроса на прерывание.

Выполнение прерывания состоит в переходе к подпрограмме обслуживания прерывания, ее выполнении и возврате к выполнению текущей программы. Перед выполнением прерывания производится общее маскирование, т.е. запрещение всех прерываний, кроме немаскируемых, а также очищается флаг обслуживаемого прерывания. Собственно выполнение прерывания начинается с обращения к вектору прерывания обслуживаемого источника.

Обслуживаемое прерывание может быть прервано по запросам от источников, имеющих более высокий приоритет. Прерывания, для обслуживания которых прерывается

выполнение подпрограммы обработки другого прерывания, называются вложенными. Процедура их обслуживания аналогична обслуживанию обычных прерываний; отличие состоит лишь в том, что прерывается выполнение не основной программы, а подпрограммы обработки прерывания от источника с более низким приоритетом.

В микропроцессорных системах механизм прерываний используется для обмена информацией с различными устройствами ввода-вывода. Такой способ обмена данными называется обменом по прерываниям. Типичными примерами запросов на прерывание являются запросы по готовности результата аналого-цифрового преобразования, готовности устройства к приему (передаче) информации, переполнению некоторого регистра и т.п. Использование механизма прерываний позволяет значительно повысить производительность системы при работе с медленно действующими устройствами, обслуживание которых в таком случае занимает процессорное время только при их готовности к обмену.

В AVR-микроконтроллерах механизм прерываний реализуется следующим образом. Управление прерываниями осуществляется с помощью схемы прерываний. Область векторов прерываний размещается в начале памяти программ; каждый вектор состоит из одной ячейки. При необходимости область векторов прерываний может быть перемещена в другое место памяти программ. Прерывания с младшими адресами имеют больший уровень приоритета. Источниками всех прерываний являются аппаратные средства (внешние или внутренние); источники программных прерываний отсутствуют. Все источники прерываний являются маскируемыми. Общее маскирование осуществляется очисткой бита I глобального разрешения прерываний в регистре состояния SREG. Количество векторов прерываний в AVR-микроконтроллерах составляет от 3 до 35 в зависимости от типа.

Работа с внешними прерываниями осуществляется с помощью регистра управления GICR (GeneralInterruptControlRegister) и регистра флагов GIFR (GeneralInterruptFlagRegister), расположенных в адресном пространстве регистров ввода-вывода.

Установка разряда 7 (INT1) регистра управления GICR разрешает внешнее прерывание INT1

Установка разряда 6 (INT0) – внешнее прерывание INT0

Установка разряда 5 (INT2) – внешнее прерывание INT2

Разряд 7 (INTF1) регистра флагов GIFR устанавливается при поступлении запроса на прерывание INT1

Разряд 6 (INTF0) – запроса на прерывание INT0

Разряд 5 (INTF2) – запроса на прерывание INT2. Очистка установленных флагов прерываний производится записью единиц в соответствующие разряды регистра GIFR.

Режим запуска внешних прерываний INT0 и INT1 задают разряды 0...3 (ISC00, ISC01, ISC10, ISC11) регистра управления MCUCR.

Запись в разряды ISC00, ISC01 соответственно значений:

0, 0 – задает режим запуска внешнего прерывания INT0 по низкому уровню;

0, 1 – по отрицательному фронту;

1, 1 – по положительному фронту;

Значения 1, 0 – не используются. Аналогично с помощью разрядов ISC10, ISC11 задается режим запуска внешнего прерывания INT1.

Режим запуска внешнего прерывания INT2 задается разрядом 6 (ISC2) регистра управления и состояния MCUCSR: 0 – по отрицательному фронту; 1 – по положительному фронту.



Для управления прерываниями от внутренних периферийных устройств в адресном пространстве регистров ввода-вывода также предусмотрены специальные регистры. Например, управление прерываниями по запросам от встроенных таймеров-счетчиков осуществляется с помощью регистра масок TIMSK (Timer/CounterInterruptMaskRegister) и регистра флагов TIFR (Timer/CounterInterruptFlagRegister). Кроме того, с каждым аппаратным устройством AVR-микроконтроллера ассоциированы управляющие регистры, расположенные в адресном пространстве регистров ввода-вывода. Например, управление встроенным 8-разрядным таймером-счетчиком T/C0 (Timer/Counter0) осуществляется с помощью регистра TCCR0 (Timer/Counter0 ControlRegister) и регистра и TCNT0 (Timer/Counter0).

Разряды 0...2 (CS00, CS01, CS02) регистра TCCR0 задают режим работы таймера-счетчика T/C0: при записи в разряды CS00, CS01, CS02 соответственно значений:

0, 0, 0 таймер-счетчик остановлен;

1, 0, 0 – содержимое регистра TCNT0 инкрементируется на каждом такте тактового генератора;

0, 1, 0 – на каждом 8-м такте;

1, 1, 0 – на каждом 64-м такте;

0, 0, 1 – на каждом 256-м такте;

1, 0, 1 – на каждом 1024-м такте;

Значения 0, 1, 1 и 1, 1, 1 устанавливают режим подсчета числа импульсов внешнего источника по отрицательному и положительному фронту соответственно.

Таймер-счетчик T/C0 генерирует запрос на прерывание при переполнении регистра TCNT0. В регистре масок TIMSK прерыванию при переполнении таймера-счетчика T/C0 соответствует разряд 1 (TOIE0); в регистре флагов TIFR – разряд 1 (TOV0). Установка разряда TOIE0 разрешает прерывание по переполнению регистра TCNT0; флаг TOIF0 устанавливается при поступлении запроса на прерывание по переполнению регистра TCNT0.

Пример программы с использованием прерываний приведен на рис. 1.

```

; область векторов прерываний
.org $0000
RJMP RESET ; переход к основной программе
.org INT0addr
RJMP EXT_INT0 ; внешнее прерывание INT0
.org OVF0addr
RJMP TMR0_INT ; прерывание по таймеру T/C0

; подпрограмма обработки внешнего прерывания INT0
EXT_INT0:
;...
RETI ; возврат

; подпрограмма обработки прерывания по таймеру T/C0
TMR0_INT:
;...
RETI ; возврат

RESET: ; основная программа

; инициализация стека
;...

; инициализация внешнего прерывания INT0
LDI R16, (1<<ISC01)|(1<<ISC00) ; Загрузка двух "1", смещенных на ISC01 и ISC00
OUT MCUCR, R16 ; по положительному фронту
LDI R16, (1<<INTF1)|(1<<INTF0) ; Загрузка двух "1", смещенных на INTF1 и INTF0
OUT GIFR, R16 ; очистка флагов внешних прерываний
LDI R16, 1<<INT0 ; Загрузка в регистр r16 "1", смещенной на INT0
OUT GICR, R16 ; разрешение внешнего прерывания INT0

; инициализация прерывания по таймеру T/C0
LDI R16, 1<<CS00 ; Загрузка в регистр r16 "1", смещенной на CS00
OUT TCCR0, R16 ; деления частоты нет
LDI R16, 1<<TOIE0 ; Загрузка в регистр r16 "1", смещенной на TOIE0
OUT TIMSK, R16 ; разрешение прерывания по таймеру T/C0
SEI ; общее разрешение прерываний

forever:
NOP ; пустая команда (no operation)
RJMP forever ; бесконечный цикл

;...

```

Рис. 1. Пример программы с использованием прерываний

Программы с использованием прерываний начинаются с определения области векторов прерываний. Адреса векторов прерываний указываются символическими именами и помощью директив `.org`. По адресам векторов прерываний размещают команды относительного перехода к подпрограммам обработки прерываний, которые обычно располагают непосредственно после области векторов прерываний. Подпрограммы обработки прерываний завершаются командами `RETI` возврата в основную программу. Команда `RETI` выполняет те же действия, что и команда `RET`, а также восстанавливает бит `I` общего (глобального) разрешения прерываний в регистре состояния `SREG`. В основной программе производится инициализация стека и прерываний. Инициализация прерываний осуществляется путем установки определенных разрядов в соответствующих регистрах ввода-вывода; при этом в командах используются символические обозначения как самих регистров, так и отдельных их разрядов. После инициализации прерываний производится общее разрешение прерываний путем установки бита `I` в регистре состояния `SREG`. Для этого предусмотрена специальная команда `SEI` (`SetGlobalInterruptFlag`).

Процедура обслуживания прерываний в AVR-микроконтроллерах выполняется согласно приведенному выше алгоритму. Для организации вложенных прерываний необходимо в подпрограмме обработки прерывания восстанавливать бит I общего разрешения прерываний в регистре состояния SREG.

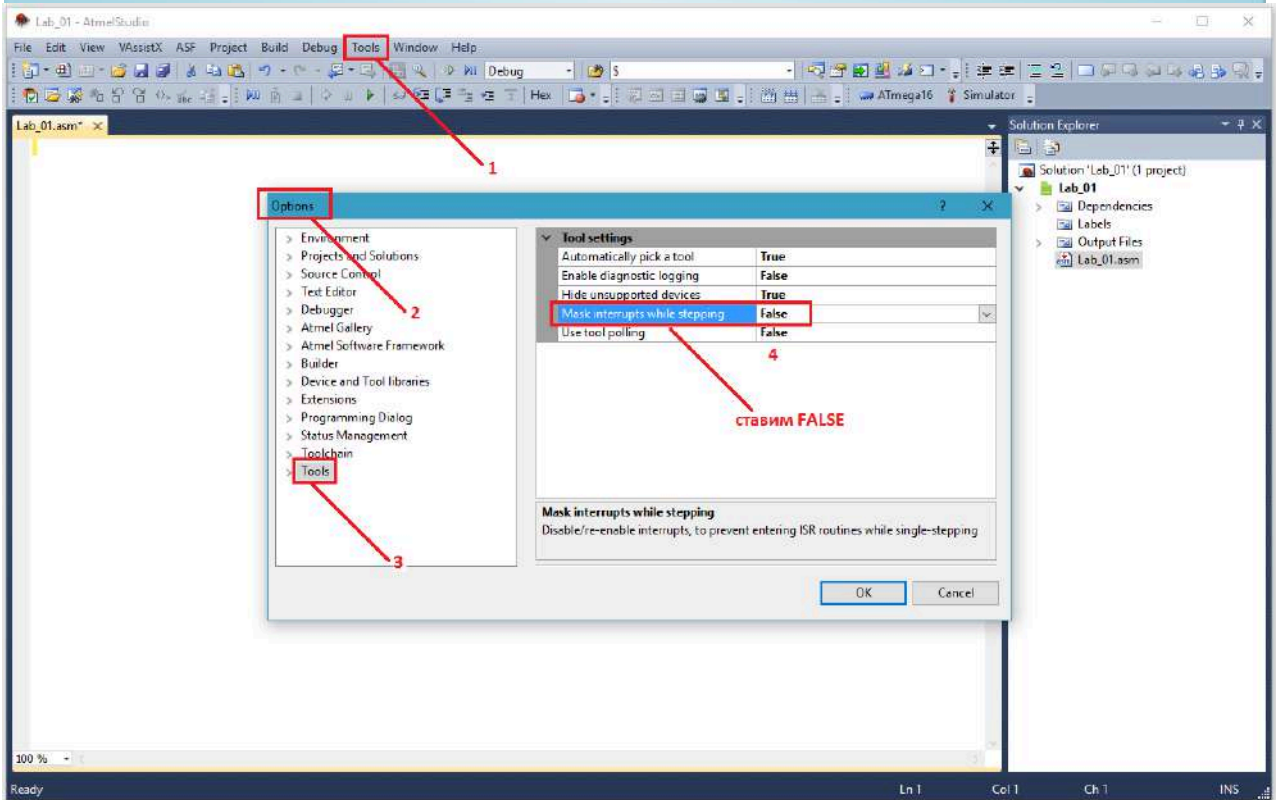
## Практическая часть

По умолчанию пошаговый режим не работает с прерываниями в режиме симуляции.

Чтобы пошаговый режим работал, необходимо зайти в:

Tools > Options > Tools > Mask interrupts while stepping

сменить значение с True на False



Дополнить программу, приведенную на рис. 34, необходимыми директивами и командами. В подпрограмму обработки прерывания по таймеру-счетчику T/C0 поместить команду загрузки числа в РОН. Выполнить программу в пошаговом режиме. Проследить изменение содержимого стека при обработке прерывания, а также установку и сброс бита I общего разрешения прерываний и флага TOV0 прерывания по таймеру-счетчику T/C0. Для контроля содержимого регистров таймера-счетчика T/C0 раскрыть пункт TIMER\_COUNTER\_0 объекта I/O ATmega16 закладки I/O окна Workspace.

```
.include "m16def.inc" ; подключение inc-файла
; область векторов прерываний
.org $0000
RJMP RESET ; переход к основной программе
.org INT0addr
RJMP EXT_INT0 ; внешнее прерывание INT0
.org OVF0addr
RJMP TMR0_INT ; прерывание по таймеру T/C0

; подпрограмма обработки внешнего прерывания INT0
EXT_INT0:
;...
RETI ; возврат

; подпрограмма обработки прерывания по таймеру T/C0
TMR0_INT:
INC R20 ; считаем количество прерываний
RETI ; возврат

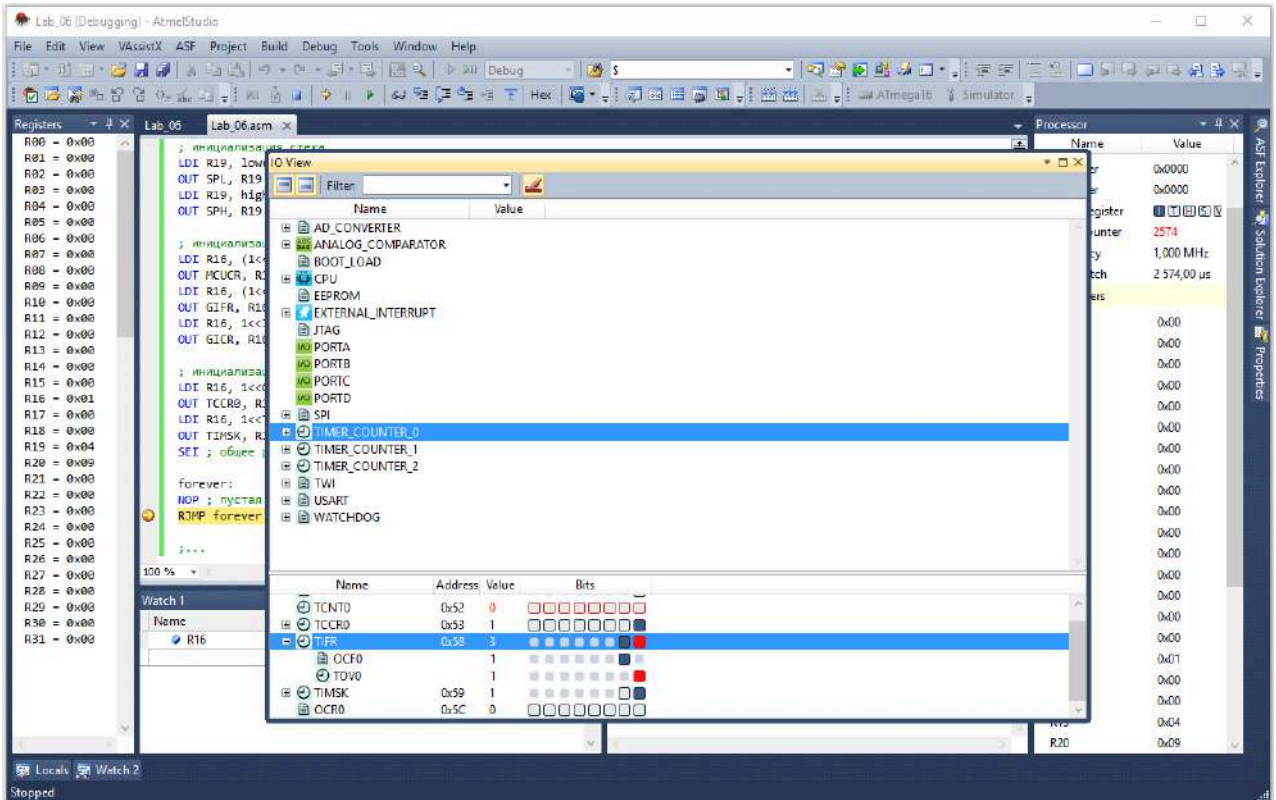
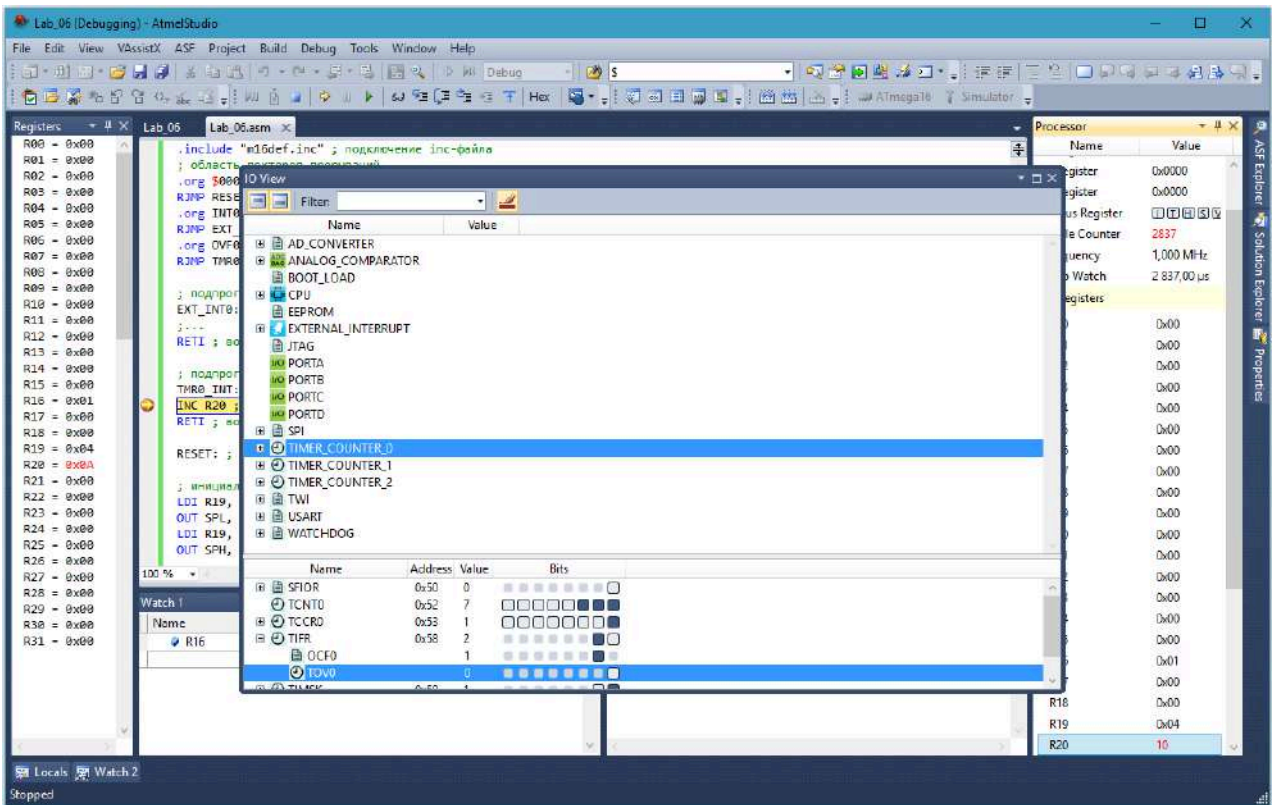
RESET: ; основная программа

; инициализация стека
LDI R19, low(RAMEND) ; младшая часть адреса RAMEND
OUT SPL, R19 ; инициализация SPL
LDI R19, high(RAMEND) ; старшая часть адреса RAMEND
OUT SPH, R19 ; инициализация SPH

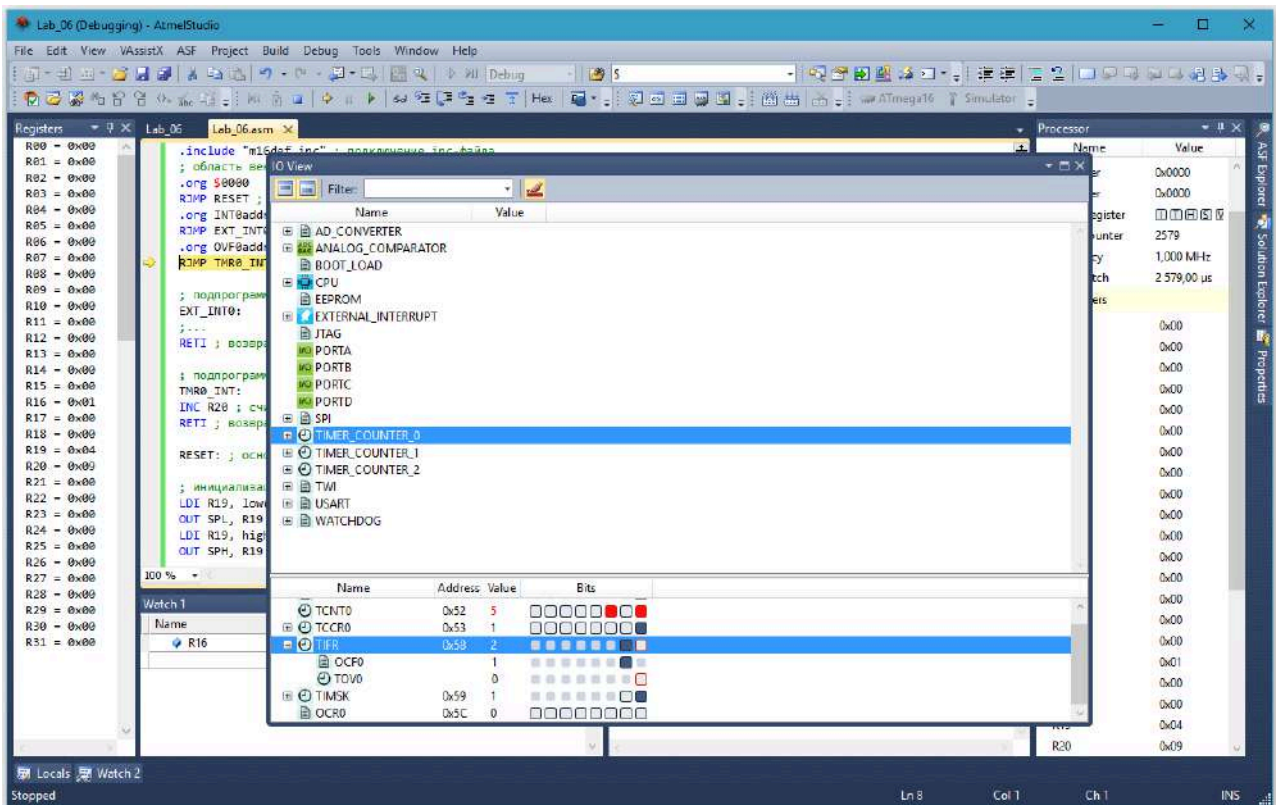
; инициализация внешнего прерывания INT0
LDI R16, (1<<ISC01)|(1<<ISC00) ; Загрузка двух "1", смещенных на ISC01 и ISC00
OUT MCUCR, R16 ; по положительному фронту
LDI R16, (1<<INTF1)|(1<<INTF0) ; Загрузка двух "1", смещенных на INTF1 и INTF0
OUT GIFR, R16 ; очистка флагов внешних прерываний
LDI R16, 1<<INT0 ; Загрузка в регистр r16 "1", смещенной на INT0
OUT GICR, R16 ; разрешение внешнего прерывания INT0

; инициализация прерывания по таймеру T/C0
LDI R16, 1<<CS00 ; Загрузка в регистр r16 "1", смещенной на CS00
OUT TCCR0, R16 ; деления частоты нет
LDI R16, 1<<TOIE0 ; Загрузка в регистр r16 "1", смещенной на TOIE0
OUT TIMSK, R16 ; разрешение прерывания по таймеру T/C0
SEI ; общее разрешение прерываний

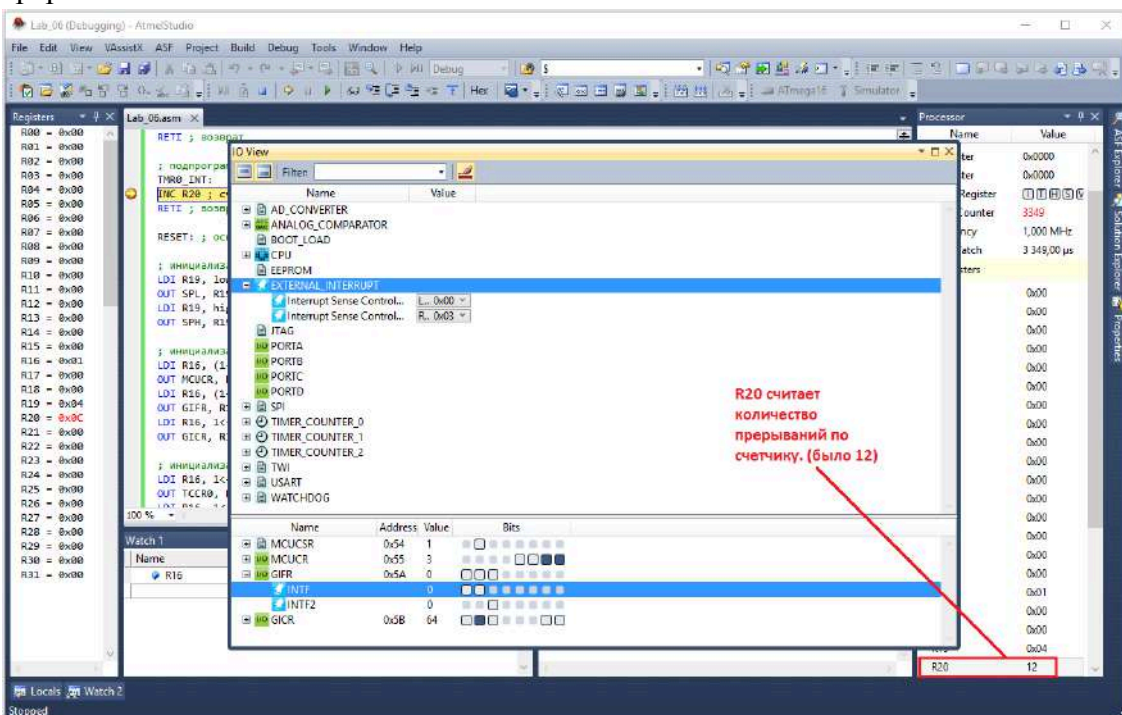
forever:
NOP ; пустая команда (no operation)
RJMP forever ; бесконечный цикл
```

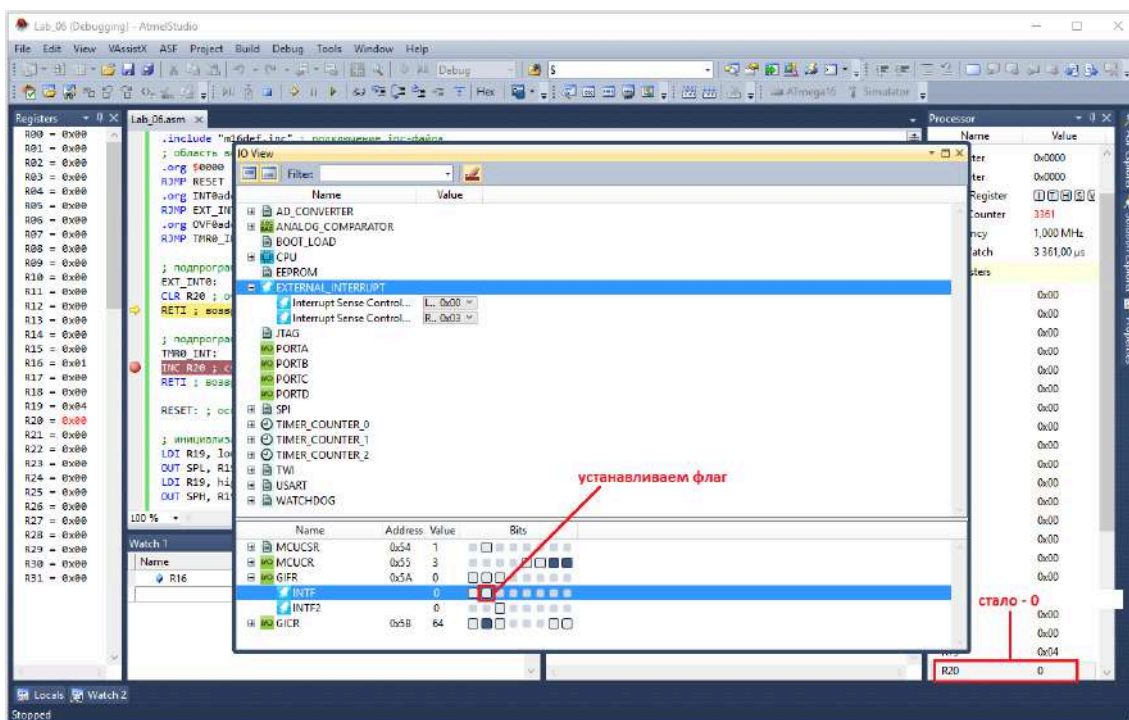






Исследовать процедуру обработки вложенных прерываний, внося соответствующие изменения в программу. В подпрограмму обработки прерывания по внешнему прерыванию INT0 поместить команду очистки РОН, используемого в подпрограмме обработки прерывания по таймеру-счетчику T/C0. В симуляторе после перехода в подпрограмму обработки прерывания по таймеру-счетчику T/C0 смоделировать поступление сигнала внешнего прерывания INT0. Для этого в симуляторе установить флаг INTF0 в регистре GIFR группы EXTERNAL\_INTERRUPT объекта I/O ATmega16 закладки I/O окна Workspace. Проследить изменение содержимого стека при обработке вложенных прерываний.





## Содержание отчета

Отчет должен содержать титульный лист с указанием номера и названия лабораторной работы, номера группы и фамилий выполнивших работу; цель работы; листинги трансляции программ в соответствии с заданием.

## Контрольные вопросы

Каково назначение прерываний?

Опишите типы прерываний.

Какие существуют средства управления прерываниями?

Опишите порядок и цель операции маскирования прерываний.

Расскажите об этапах процедуры прерывания.

Какова реализация прерываний в AVR-микроконтроллерах?

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

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Микропроцессоры, микроконтроллеры. Основные понятия. Разновидности.
2. Классификация специализированных микропроцессоров.
3. Электронно-вычислительная машина фон-Неймана.
4. Архитектурные принципы фон-Неймана.
5. Структура микропроцессорной системы. Шины МП системы.
6. Шины МП системы.
7. Принстонская и гарвардская архитектуры МП систем.
8. МП системы с CISC и RISC наборами команд.
9. Структура типового микропроцессора.



10. Последовательность выполнения операций микропроцессором.
11. Процессор МП системы. Устройство управления. АЛУ. Аккумулятор.
12. Память МП системы.
13. Регистры МП системы. Регистры общего назначения.
14. Счетчик команд. Регистр адреса.
15. Регистр состояния.
16. Стек. Принцип работы стека. Указатель стека.
17. Система шин МП системы.
18. Типовая структура системы управления на основе микроконтроллера.
19. Процессорное ядро MCS-51.
20. Процессорное ядро PIC.
21. Процессорное ядро ARM.
22. Микроконтроллеры семейства Cortex.
23. Семейство МК STM-32.
24. Цифровая обработка сигналов.
25. Архитектура ЦСП.
26. Стандартные ЦСП, улучшенные стандартные ЦСП, ЦСП с архитектурой VLIW, суперскалярные ЦСП, гибридные ЦСП.
27. Семейство AVR-контроллеров.
28. Выводы микроконтроллера ATmega 328. +
29. Архитектура контроллеров семейства AVR.
30. Память МК AVR.
31. РОН AVR. Регистр состояния SREG микроконтроллера семейства AVR.
32. Порты ввода-вывода МК семейства AVR. Управление портами.
33. Таймеры-счетчики МК семейства AVR. Управление таймерами-счетчиками.
34. Сторожевой таймер МК семейства AVR.
35. Аналоговый компаратор МК семейства AVR. Работа с компаратором.
36. АЦП МК семейства AVR. Работа с АЦП.
37. Последовательные интерфейсы МК семейства AVR.
38. Прерывания в МК семейства AVR. Вектор состояния программы. Таблица векторов прерываний. Маскирование прерываний. Флаги прерываний.
39. Программная модель AVR-микроконтроллеров. Система команд МК семейства AVR.
40. Арифметические и логические команды ассемблера МК семейства AVR.
41. Команды ветвления ассемблера МК семейства AVR.
42. Команды передачи данных ассемблера МК семейства AVR.
43. Команды работы с битами ассемблера МК семейства AVR.
44. Способы адресации в МК семейства AVR.
45. Прямая регистровая, непосредственная адресация МК семейства AVR.

46. Косвенная, косвенная со смещением, косвенная с предекрементом, косвенная с постинкрементом адресация МК семейства AVR.
47. Относительная адресация, адресация константы МК семейства AVR.
48. Реализация типовых структур алгоритмов. Ветвления.
49. Организация подпрограмм.
50. Прерывания.
51. Программирование микроконтроллеров.
52. Работа в среде AVR Studio.
53. Директивы ассемблера МК семейства AVR.

### Практические задания

1. Прочитать содержимое порта A и определить состояния 0-го разряда, при появлении на нем логической «1» вывести «1» в 0-й разряд порта B.
2. Прочитать содержимое порта A, произвести операцию «Исключающее ИЛИ» с прочитанным байтом, вывести результат операции в порт B.
3. Прочитать содержимое порта A, сложить полученное число с константой \$0F, вывести результат операции в порт B.
4. Заполнить 256 ячеек памяти данных, начиная с адреса \$0100 константой \$FF.
5. Составить программу циклического вывода логической «1» поочередно в 8-ми разрядах порта A.
6. Составить программу циклического опроса порта A, при появлении «1» в 0-м разряде вывести «1» в 0-разряд порта B.
7. Составить программу циклического опроса ячейки \$0100 памяти данных, выводить содержимое ячейки в порт A.
8. Прочитать содержимое порта A, при четном результате – вывести прочитанное число в регистр R0, при нечетном – вывести число в регистр R1.
9. Анализ переполнения разрядной сетки при суммировании двух чисел, вводимых из портов A и B, при переполнении – вывод «1» в разряд 0 порта C.
10. Анализ отрицательного результата вычитания чисел, считанных из портов A и B, при отрицательном результате – вывод «1» в разряд 0 порта C.
11. Поменять местами 1-й и 2-й биты в регистре R0, проинвертировать содержимое регистра.
12. Поменять местами 3-й и 4-й биты в регистре R1, проинвертировать содержимое регистра.
13. Составить подпрограмму ожидания появления «1» в 7-м разряде порта A. При возникновении события – возврат в основную программу.
14. Составить подпрограмму ожидания появления «0» в 3-м разряде порта B. При возникновении события – возврат в основную программу.

15. Составить программу сложения двух целых 8-разрядных чисел с использованием прямой регистровой адресации РОН, непосредственной адресации, косвенной адресации. Результат сложения в этом и последующих пунктах задания сохранить в ячейке памяти данных \$0100.

16. Написать программу сложения двух чисел, прочитанных из портов А и В с записью результата в ячейку памяти \$0100.

17. Сложить содержимое R1 и R2, вычесть из результата константу \$01, в случае отрицательного результата записать результат в ячейку памяти \$0100.

18. Составить программу пересылки массива из памяти данных по адресам \$0100-\$01FF в память данных по адресам \$0200-\$02FF.

19. В массиве, записанном в памяти данных по адресам \$0100-\$01FF, найти наибольшее число, записать его в R0.

20. В массиве, записанном в памяти данных по адресам \$0200-\$02FF, найти наименьшее число, записать его в R0.

21. Составить программу циклического сдвига содержимого R0 на 4 разряда, после чего проинвертировать содержимое регистра.

22. Сравнить старший и младший полубайты R0, при их неравенстве поменять местами младший и старший полубайты, проинвертировать их.

23. Проанализировать массив памяти данных \$0100-\$01FF, при первом обнаружении в нем числа, равного нулю – адрес числа записать в регистровую пару Z.

#### 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 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. Симаков, Г. М. Цифровые устройства и микропроцессоры в автоматизированном электроприводе/Симаков Г.М., Панкрац Ю.В. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 211 с.: ISBN 978-5-7782-2210-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/546371>. – Режим доступа: по подписке.
2. Водовозов, А. М. Микроконтроллеры для систем автоматики : учебное пособие / А. М. Водовозов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 168 с. - ISBN 978-5-9729-1071-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1903136>. – Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература

1. Современные методы программирования в примерах и задачах / Г. И. Светозарова, А. В. Козловский, Е. В. Сигитов; Под ред. С. В. Емельянова. - Москва : Наука, 1995. - 427 с.

2. Савин, А. А. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебно-методическое пособие / А. А. Савин ; Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2012. - 1 on-line, 12 с.
3. Водовозов, А. М. Микроконтроллеры для систем автоматики: учебное пособие / А. М. Водовозов ; Волог. гос. ун-т. - 2-е изд. - Вологда : ВоГУ, 2015. - 1 on-line, 164 с.
4. Панфилов, И. В. Архитектура ЭВМ и информационных систем: функциональная организация: учебное пособие / И. В. Панфилов, А. М. Заяц ; С.-Петерб. гос. лесотехн. ун-т им. С. М. Кирова. - Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2013. - 1 on-line, 96 с.  
- URL: <https://e.lanbook.com/book/45461>. - Режим доступа: по подписке.  
- ISBN 978-5-9239-0578-6 : Б. ц. - Текст : электронный. Электронный учебник: КО = 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 Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.
- Arduino IDE.
- Atmel Studio 6.2.

#### **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: «Возобновляемые источники энергии».

Цель дисциплины «Возобновляемые источники энергии» - является изучение традиционных и нетрадиционных возобновляемых источников энергии и возможностей их использования при решении задач энергоснабжения и энергосбережения.

## 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 организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1: Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2: Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования</i>	<b>Знать</b> – традиционные и нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. <b>Уметь:</b> – производить оценку энергетических балансов в энергосистемах с применением возобновляемых источников энергии. <b>Владеть:</b> – методами расчета энергетических потенциалов нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. <b>Знать:</b> – методы и способы использования энергии возобновляемых источников; <b>Уметь:</b> – выполнять тепловые и гидродинамические расчеты энергоустановок. <b>Владеть:</b> – основами тепловых и гидродинамических расчетов энергоустановок. <b>Знать:</b> особенности процессов внедрения энергоустановок на базе нетрадиционных и возобновляемых источников <b>Уметь:</b> организовать и проводить оценку технической возможности применения возобновляемых источников энергии. <b>Владеть:</b> навыками организовывать и сопровождать все процессы внедрения энергоустановок на базе нетрадиционных и возобновляемых источников.

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.03.ДВ.01.05 «Возобновляемые источники энергии» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к дисциплинам по выбору.

### 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	<i>Тема 1. Введение. Энергопотребление. Традиционные и возобновляемые источники энергии.</i>	<i>Понятия энергии и основные источники энергии. Оценка энергопотребления. Источники энергии: возобновляемые и не возобновляемые (ископаемые). Понятия и примеры применения нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Перспективы использования возобновляемых источников энергии.</i>
2	<i>Тема 2. Солнечное излучение.</i>	<i>Солнце, как звезда, характеристики источника солнечного излучения. Учет поглощения и рассеяния солнечного излучения в атмосфере. Спектральное распределение излучения Солнца. Оценка теплового баланса потоков энергии вблизи поверхности Земли. Роль атмосферы в тепловом балансе планеты. Парниковый эффект. Влияние человека на климат Земли.</i>



3	Тема 3 Применение солнечной энергии.	<p>Интенсивность солнечного излучения у земной поверхности. Влияние на изменение интенсивности радиации у земной поверхности от погодных факторов. Пример оценки энергетического потенциала потоков энергии вблизи поверхности Земли. Приходные и расходные составляющие солнечной радиации обеспечивают радиационный баланс. Оценка потенциальных гелиоэнергоресурсов. Факторы, влияющие на солнечную радиацию. Виды солнечных энергетических установок: солнечные коллекторы, солнечные фотоэлектрические преобразователи. Термоэлектрические преобразователи, эффект Зеебека. Фотоэлектрические преобразователи и оценка фототока на основе зонной диаграммы p-n-перехода. Требования объединенных фотоэлектрических преобразователей в солнечную батарею. Производство солнечных элементов. Использование солнечного излучения для получения тепловой энергии. Пассивные системы солнечного отопления. Прямое улавливание солнечной энергии. Основной признак активных систем солнечного отопления. Комбинированное использование пассивных и активных солнечных систем отопления. Солнечные коллекторы. Солнечные коллекторы концентраторы.</p>
4	Тема 4 Ветровая энергетика	<p>Причины образования ветра. Ветровые режимы разных регионов России. Энергетические характеристики ветра. Основные характеристики ветроэнергетического кадастра. Понятие среднегодовой скорости ветра. Эмпирические зависимости типа данных и модельные функции, описывающие распределение случайных значений скоростей ветра. Интегральная энергетическая характеристики ветра - удельная мощность ветрового потока. Оценка технического ветрового потенциала территории. Применение ветровой энергии. Принцип действия всех ветродвигателей. Конструктивные исполнения ветродвигателей. Структурная схема автономной ветроэлектростанции. Понятие быстроходности ветроколеса. Работа ветрогенератора в двух режимах. Оценка мощности ветродвигателя. Перспективы развития ветроэнергетики.</p>
5	Тема 5 Гидроэнергия. Использование энергии рек, волн и приливов.	<p>Гидроэнергетические ресурсы – часть водных ресурсов территории. Понятие и оценка мощности водотока. Определение полезной мощности, производимой гидростанцией. Определение теоретического энергетического потенциала участков водотока. Энергия и мощность волны. Достоинства и недостатки волновой энергии. Особенности реальных волн. Устройства для преобразования энергии волн. Причины возникновения приливов. Лунные и солнечные приливы. Электростанции, использующие приливной подъем воды и приливные течения.</p>

6	<p>Тема 6 Геотермальная энергия. Аккумуляция и передача энергии возобновляемых источников. Рациональное использование ТЭР.</p>	<p>Геотермальная энергия. Строение земли и изменение температуры в земной коре. Классификация геотермальных районов. Запас энергии в земной коре и методы ее использования. Использование геотермальной энергии для обогрева и получения электроэнергии. Специфические проблемы аккумуляции и передачи энергии при использовании различных ВИЭ. Биоаккумуляторы. Химические аккумуляторы. Топливные элементы. Хранение энергетически ценных веществ. Аккумуляторные электробатарей. Тепловые аккумуляторы. Гидростатические аккумуляторы. Резервуары со сжатым воздухом. Передача энергии потоками биомассы, тепла, химически активных веществ, электроэнергии. Рациональное использование ТЭР в целях охраны окружающей среды. Общая характеристика экологического состояния окружающей среды. Оценка эффективности природоохранных мероприятий и способы уменьшения вредных выбросов теплоэнергетических установок</p>
---	--	--

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

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Введение. Оценка энергопотребления. Традиционные и возобновляемые источники энергии.	Понятия энергии и основные источники энергии: традиционные, возобновляемые и не возобновляемые. Способы оценки энергопотребления. Перспективы использования возобновляемых источников энергии.
2	Тема 2. Солнечное излучение.	Характеристики источника солнечного излучения. Учет поглощения и рассеяния солнечного излучения в атмосфере. Спектральное распределение излучения Солнца.
3	Тема 2. Солнечное излучение.	Оценка теплового баланса потоков энергии вблизи поверхности Земли. Влияние человека на климат Земли.
4	Тема 3 Применение солнечной энергии.	Виды солнечных энергетических установок: солнечные коллекторы, солнечные фотоэлектрические преобразователи. Комбинированное использование пассивных и активных солнечных систем отопления. Солнечные коллекторы концентраторы.
5	Тема 4 Ветровая энергетика	Энергетические характеристики ветра, ветроэнергетический кадастр, оценка технического ветрового потенциала территории. Применение ветровой энергии, принцип действия и оценка мощности ветродвигателей.

6	Тема 5 Гидроэнергия. Использование энергии рек, волн и приливов.	Гидроэнергетические ресурсы территорий, понятие и оценка мощности водотока. Определение полезной мощности, производимой гидростанцией и приливной электростанции.
7	Тема 6 Геотермальная энергия. Аккумуляция и передача энергии возобновляемых источников. Рациональное использование ТЭР.	Геотермальная энергия. Классификация геотермальных районов. Запас энергии в земной коре и методы ее использования. Использование геотермальной энергии для обогрева и получения электроэнергии.
8	Тема 6 Геотермальная энергия. Аккумуляция и передача энергии возобновляемых источников. Рациональное использование ТЭР.	Специфические проблемы аккумуляции и передачи энергии при использовании различных ВИЭ. Общая характеристика экологического состояния окружающей среды. Рациональное использование ТЭР в целях охраны окружающей среды.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий
1	Тема 1. Введение. Оценка энергопотребления. Традиционные и возобновляемые источники энергии.	Оценка потенциала энергопотребления индивидуального жилого дома.
2	Тема 2. Солнечное излучение.	Выполнение расчетов оценки солнечной радиации
3	Тема 3 Применение солнечной энергии.	Использование энергии солнца для получения электрической энергии
4	Тема 4 Ветровая энергетика	Энергетические характеристики ветра, ветроэнергетический кадастр, оценка технического ветрового потенциала территории. Применение ветровой энергии, принцип действия и оценка мощности ветродвигателей.
5	Тема 5 Гидроэнергия. Использование энергии рек, волн и приливов.	Гидроэнергетические ресурсы территорий, понятие и оценка мощности водотока. Определение полезной мощности, производимой гидростанцией и приливной электростанции.
6	Тема 6 Геотермальная энергия. Аккумуляция и передача энергии возобновляемых источников. Рациональное использование ТЭР.	Геотермальная энергия. Классификация геотермальных районов. Запас энергии в земной коре и методы ее использования. Использование геотермальной энергии для обогрева и получения электроэнергии.

...

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Понятия энергии и основные источники энергии. Оценка энергопотребления. Источники энергии: возобновляемые и не возобновляемые (истощаемые). Солнце, как звезда, характеристики источника солнечного излучения. Оценка теплового баланса потоков энергии вблизи поверхности Земли. Роль атмосферы в тепловом балансе планеты. Парниковый эффект. Влияние человека на климат Земли. Интенсивность солнечного излучения у земной поверхности. Влияние на изменение интенсивности радиации у земной поверхности от погодных факторов. Оценка потенциальных гелиоэнергоресурсов. Факторы, влияющие на солнечную радиацию.. Фотозлектрические преобразователи и оценка фототока на основе зонной диаграммы р-п- перехода. Требования объединенных фотозлектрических преобразователей в солнечную батарею. Использование солнечного излучения для получения тепловой энергии. Причины образования ветра. Ветровые режимы разных регионов России. Энергетические характеристики ветра. Применение ветровой энергии.

*Принцип действия всех ветродвигателей. Гидроэнергетические ресурсы – часть водных ресурсов территории. Понятие и оценка мощности водотока. Геотермальная энергия. Строение земли и изменение температуры в земной коре. Классификация геотермальных районов. Использование геотермальной энергии для обогрева и получения электроэнергии. Специфические проблемы аккумулирования и передачи энергии при использовании различных ВИЭ. Топливные элементы. Хранение энергетически ценных веществ. Рациональное использование ТЭР в целях охраны окружающей среды. Общая характеристика экологического состояния окружающей среды.*

*Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:* оценка энергопотребления, традиционные и возобновляемые источники энергии, солнечное излучение, применение солнечной энергии, ветровая энергетика, гидроэнергия.

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. Энергопотребление. Традиционные и возобновляемые источники энергии.	ПК-2	Тестирование, выполнение практического задания
Тема 2. Солнечное излучение.	ПК-2	Тестирование, выполнение практического задания
Тема 3. Применение солнечной энергии.	ПК-2	Тестирование, выполнение практического задания
Тема 4. Ветровая энергетика	ПК-2	Тестирование, выполнение практического задания
Тема 5. Гидроэнергия. Использование энергии рек, волн и приливов.	ПК-2	Тестирование, выполнение практического задания
Тема 6. Геотермальная энергия. Аккумуляция и передача энергии возобновляемых источников. Рациональное использование ТЭР.	ПК-2	Тестирование, выполнение практического задания

### 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 при выполнении практических занятий:

К теме 1. Введение. Традиционные и возобновляемые источники энергии. Энергопотребление.

Работа №1. Оценка потенциала энергопотребления индивидуального жилого дома.

1. Цель работы

Изучение характеристик электробытовых приборов и оборудования для индивидуального использования с целью оценки потенциала энергопотребления

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

**Методика расчета**

1. Изучить характеристики электробытовых приборов, объединить в группы (осветительные, нагревательные, прочие), определить их количество, установленную мощность и режим работы. Для удобства расчетов полученные данные рекомендуется занести в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Характеристики электробытовых приборов

Оборудование	Р <sub>уст</sub> , Вт	Кол- во k, шт.	Месяцы												Р <sub>сум</sub> приб, Вт	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
			Время работы в сутки, t <sub>p</sub> , ч.													
Осветит. приборы																
Нагреват. приборы																
Прочие приборы																

2. Суммарная мощность приборов по группам потребителей определяется:

$$P_{\Sigma} = P_{уст, i} \cdot k_i, \text{ Вт},$$

где Р<sub>уст</sub> – установленная мощность электроприбора, Вт; k – количество приборов данного класса.

Данные расчетов заносятся в табл. 1.1.

Для дальнейших расчетов рекомендуется заполнить таблицу 1.2.

Таблица 1.2

Расчет расхода электроэнергии

Оборудование	P, Вт	Кол- во	Месяцы												Потр., кВт-ч	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
			Время работы прибора в месяц, ч													
Осветит. приборы																
Нагреват. приборы																
Прочие приборы																

3. Рассчитывается время работы каждой группой приборов в месяц:

$$T_i = t_{pi} \cdot N_i, \text{ ч},$$

где  $t_{pi}$  – время работы  $i$ -го прибора в сутки, ч;  $N_i$  – количество дней, в которых прибор работал  $t_{pi}$  часов в сутки.

4. Рассчитывается потребление электрической энергии каждой из групп приборов за 12 месяцев:

$$P_i = \frac{\sum_{i=1}^{12} T_i \cdot P_i}{1000}, \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

5. Рассчитывается суммарное годовое потребление электроэнергии всеми группами приборов:

$$P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{12} P_1 + P_2 + \dots + P_n, \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

6. Определяются годовые затраты на электроэнергию:

$$Z = P_{\Sigma} \cdot C, \text{ руб.},$$

где  $C$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии (тариф).

Данные расчетов занести в табл. 1.2.

7. Рассчитывается процент потребления энергии каждой из групп потребителей от общего потребления электроэнергии.

8. Делается анализ эффективности использования электроприборов и предлагаются мероприятия по экономии электроэнергии.

К теме 2. Солнечное излучение.

Работа № 2. **Солнечная радиация.**

1. Цель работы: изучить способы оценки уровней солнечной радиации и ее влияние на поверхность Земли.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

1. Рассчитайте солнечные постоянные для трех планет солнечной системы:

1.1. Венера, среднее расстояние до Солнца –  $1,08 \cdot 10^{11}$  м.

1.2. Земля, среднее расстояние до Солнца –  $1,50 \cdot 10^{11}$  м.

1.3. Марс, среднее расстояние до Солнца –  $2,28 \cdot 10^{11}$  м.

Используйте следующие данные:

- температура поверхности Солнца – 5762 К;

- радиус Солнца –  $6,96 \cdot 10^8$  м.

Постоянная Стефана-Больцмана –  $5,67 \cdot 10^{-8}$  Вт/(м<sup>2</sup> К<sup>4</sup>)

2. Оцените количество энергии (Дж), поступающей за год с солнечной радиацией к границе атмосферы Земли. Сравните с мировым потреблением ( $13500$  Мт н.э. в год).

Радиус Земли –  $6,38 \cdot 10^6$  м, солнечная постоянная –  $1,36$  кВт/м<sup>2</sup>

3. Оцените количество солнечной радиации (кВт ч в год), которое достигает поверхности Земли. Известно, что эта величина составляет 49,1 % от потока радиации на границе атмосферы.

Радиус Земли –  $6,38 \cdot 10^6$  м, солнечная постоянная –  $1,36$  кВт/м<sup>2</sup>

4. Оцените, какой была бы средняя температура поверхности Земли, если бы атмосфера отсутствовала.

Используйте следующие данные:

Альbedo поверхности Земли – 0,15 (величина, характеризующая способность **поверхности** отражать падающий на нее поток электромагнитного излучения или частиц. **Альbedo** равно отношению отраженного потока к падающему).

Постоянная Стефана-Больцмана –  $5,67 \cdot 10^{-8}$  Вт/(м<sup>2</sup> К<sup>4</sup>)

К теме 3. Применение солнечной энергии.

### **Работа №3. Использование энергии солнца для получения электрической энергии**

#### **1. Цель работы:**

Определить характеристики СМ типа PSM4-150 на кремниевых монокристаллических солнечных элементах и рассчитать его К.П.Д. в зависимости от мощности. Рассчитать выработку электроэнергии солнечной батареей, состоящей из  $m$  модулей на площадке, расположенной под углом  $\beta$  к горизонту в заданный период времени для усредненных условий в РФ.

#### **2. Сведения, необходимые для выполнения работы**

Солнечная энергия преобразуется в энергию электрическую с помощью солнечных фотоэлектрических установок, действие которых основано на явлении фотоэффекта. Солнечные элементы (СЭ) или фотоэлементы, служат для пространственного преобразования зарядов и создания ЭДС в полупроводниковом переходе. Современные фотоэлементы практически полностью основаны на кремнии. Наиболее распространены кристаллические фотоэлементы. Они обычно имеют синий цвет с отблеском. Аморфные и некристаллические имеют гладкий вид и в зависимости от угла зрения меняют цвет. Монокристаллический кремний имеет лучшие характеристики, чем поликристаллический, но дороже его. Аморфный кремний обладает значительно худшими характеристиками и применяется в основном в небольших не силовых приборах (часы, калькуляторы).

Мощность солнечных элементов, как правило, небольшая, и составляет в среднем 0,7–0,75 Вт. Для получения большей мощности СЭ соединяют между собой последовательно, образуя солнечные модули (СМ), которые далее могут собираться в солнечную батарею (СБ). Необходимо учитывать, что при последовательном соединении элементов неизбежны потери мощности.

Коэффициент  $\eta_{ДР}$ , учитывающий эти потери принимается в расчетах равным 0,95–0,99. Коэффициент, определяющий потери энергии при передаче ее к потребителю (потери в инверторе, зарядном устройстве и др.) составляет  $\eta_{ДЭ} = 0,9$ . Форма солнечных элементов может быть прямоугольной, квадратной, а также псевдоквадратной или псевдокруглой. Форма определяет коэффициент заполнения площадки солнечного модуля. Для прямоугольных и квадратных и псевдоквадратных СЭ этот коэффициент равен  $K_{зап} = 0,95–0,99$ ; для круглых  $K_{зап} = 0,85$ . К.П.Д. преобразования солнечных лучей в электрическую энергию зависит от материала солнечного элемента, его многослойности и температуры окружающей среды. Для однослойных кремниевых монокристаллических СЭ  $\eta_K$  составляет 10–15 %, для поликристаллических СЭ  $\eta_K = 8–12$  %, для аморфного кремния  $\eta_K = 6–8$  %. Температура окружающей среды определяется периодом года. Для усредненных условий РФ она составляет: для марта и октября +5 С, для апреля, сентября +10 С, мая +15 С, июня, июля, августа +20 С. Мощность СЭ может быть определена из вольт-амперной характеристики (ВАХ). ВАХ солнечного элемента, (модуля, батареи) – это зависимость между током нагрузки и напряжением на клеммах солнечного фотоэлектрического элемента при постоянных значениях температуры солнечных элементов и интенсивности поступающего солнечного излучения (рис.2.1).

Стандартные условия испытаний солнечного элемента, модуля, батареи STC (Standard test conditions for solar cell, module, array) - это условия испытаний, регламентированные по плотности потока солнечной энергии  $R = 1000$  Вт/м<sup>2</sup> и температуре фотоэлектрических солнечных элементов  $(25 \pm 2)$  °С. На ВАХ солнечного элемента можно выделить две характерные точки:

1. Точка холостого хода, когда напряжение максимальное, равно напряжению холостого хода ( $U = U_{max} = U_{x.x.}$ ). При этом ток равен  $I = 0$ ;
2. Точка короткого замыкания ( $U = 0$ ;  $I = I_{max} = I_{к.з.}$ ).



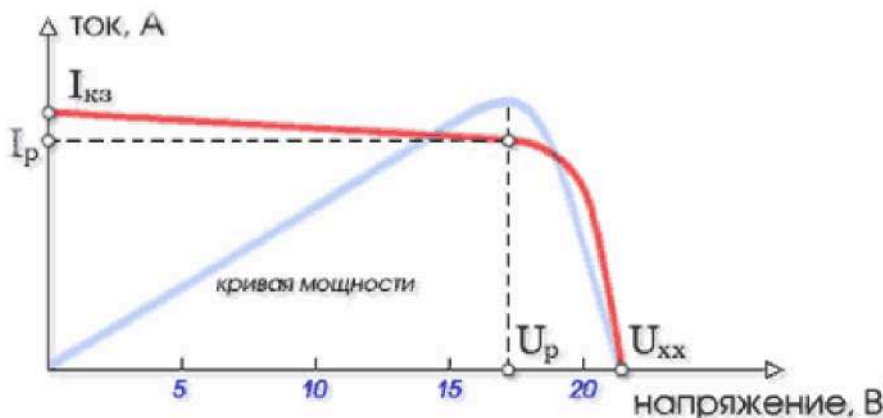


Рис.2.1. Вольт-амперная характеристика солнечного фотозлемента  
 Мощность солнечного элемента определяется произведением  $P=U I$ , Вт, поэтому в точках 1 и 2 она равна 0.

К теме 4. Ветровая энергетика.

Работа №4 Энергия ветра.

1.Цель работы

Определить количество энергии, которую может выработать ветроэнергетическая установка за год с учетом повторяемости скоростей ветра по градациям в заданном районе.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Исходные данные: характеристика ветра и повторяемость скоростей ветра для заданного Района. Ветер – это перемещение воздушных масс относительно поверхности земли в результате неравномерного нагрева и перераспределения атмосферного давления.

Основными характеристиками ветра являются его направление и средняя скорость за определенный период времени. Энергетические и аэрологические характеристики ветровой энергии для конкретного региона отражены в ветроэнергетическом кадастре.

Энергетическими характеристиками ветра являются валовой, технический и экономический ресурсы или потенциалы ветра. Расчет зависимости мощности, развиваемой ВЭУ от скорости ветра производится по средним значениям скоростей по градациям, начиная от минимальной. Данные по градациям скоростей в Приложении 1.

Данные по среднегодовой скорости ветра получены путем ее измерения на стандартной высоте 10 м. Если в расчетах высота баини ВЭУ отличается от стандартной, то необходимо произвести перерасчет мощности с учетом поправочного коэффициента по высоте КН. Если высота баини находится в пределах 8–10 м, перерасчета мощности не требуется.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

Таблица П.1

№ варианта	0	1	2	3	4	5
Район Ч	1	2	3	4	5	6
Тип ВЭУ	УВЭ-40	ЛМВ-250	ВЭУ-1	ЛМВ-500	ВЭТЭН – 0,16	Радуга-001
Номинальная мощность, $P_H$ кВт	0,07	0,25	1,0	0,5	0,16	1,0
Минимальная скорость ветра, $v_{min}$ м/с	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,0

Рабочая скорость ветра, $v_{р}$ , м/с	6,5	8,0	7,0	7,0	7,0	8,0
Максимальная скорость ветра, $v_{max}$ , м/с	25,0	30,0	40,0	30,0	25,0	25,0
Число лопастей	3	3	1	2	3	3
Диаметр ветроколеса, $D$ , м	1,5	1,7	3,0	3,0	1,6	2,2
Высота мачты $h$ , м	4	9	10	8	4,5	4,3

*К теме 5. Гидроэнергия. Использование энергии рек, волн и приливов.*

*Работа №5. Гидроэнергетика.*

*1. Цель работы: Расчет плотины гидроэлектростанции и параметров гидротурбины*

*2. Сведения, необходимые для выполнения работы*

*Водная энергия является производной от энергии солнца и ветра. Этот источник энергии относится к возобновляемым, т.к. вода под действием солнца испаряется и далее снова выпадает в виде осадков. Для преобразования энергии воды в электрическую служат гидроэлектростанции.*

*К малым гидроэлектростанциям относятся ГЭС мощностью до 10 МВт. Они могут работать автономно на изолированного потребителя, а также параллельно с энергосистемой. ГЭС могут работать и в комплексе с ВЭУ, ГЭУ и др. Основой для гидроэнергетических расчетов являются данные о режиме стока. Стоки бывают поверхностные и грунтовые. Поверхностные стоки представляют собой осадки, стекающие в пониженные места в виде ручьев и рек. Грунтовые стоки образуют подземные стоки. Площадь, с которой осуществляется сток в реку, есть водосборный бассейн реки. Линия, отделяющая один бассейн от другого, называется водоразделом.*

*В зависимости от потенциала все реки распределены на четыре группы.*

*Первую группу составляют реки с потенциалом выше 1000 млн. кВт ч, третья и четвертая группы имеют потенциал менее 1000 млн. кВт ч. На рассматриваемой территории большая часть рек относятся к малым с протяженностью менее 20 км. Основные параметры, определяющие потенциал реки – напор  $h$  и расход  $Q$ . Напор можно увеличить путем сооружения дамб, плотин (плотинные ГЭС). При строительстве плотин необходимо учитывать уклон реки  $i$ , который для равнинных рек составляет  $i=5-10$  см/км, для горных рек  $i=5-10$  м/км.*

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

*Примерный перечень вопросов к зачету:*

- 1. Классификация возобновляемых источников энергии.*
- 2. Модель потребности общества в энергии.*
- 3. Потенциал ВИЭ, эффективность использования различных их видов.*
- 4. Сравнение характеристик ВИЭ и НИЭ.*
- 5. Научные принципы использования ВИЭ: анализ, временные характеристики, качество, комплексный подход к планированию энергетики.*

6. *Технические, социально-экономические и экологические проблемы использования ВИЭ.*
7. *Солнечное излучение и его характеристики. Области солнечного спектра.*
8. *Прямые лучи и рассеянное излучение. Облученность. Парниковый эффект.*
9. *Нагревание воды солнечным излучением. Типы солнечных нагревателей.*
10. *Подогреватели воздуха, использующие солнечную энергию.*
11. *Солнечные отопительные системы (пассивные и активные). Солнечные пруды.*
12. *Солнечная энергия для охлаждения воздуха. Абсорбционные холодильные установки.*
13. *Концентраторы солнечной энергии. Параболический вогнутый концентратор.*
14. *Солнечные системы для получения электроэнергии. Рассредоточенные коллекторы солнечных баини.*
15. *Фотоэлектрическая генерация. Фотоэлементы и их характеристики.*
16. *«Электронный газ». Работа выхода электронов. Проводники и полупроводники.*
17. *Вольтамперные характеристики и теоретический КПД кремниевой батареи.*
18. *Ветроэнергетика. Ветер и его характеристики. Сила ветра. Определение средней скорости ветра.*
19. *Классификация ветроустановок. Ветроэнергетический кадастр.*
20. *Основы теории ВЭУ. Три закона аэродинамики.*
21. *Располагаемая мощность ветроколеса. Коэффициент мощности. Коэффициент торможения потока. Нагрузка на ветроколесо.*
22. *Лобовое давление. Коэффициент лобового давления. Крутящий момент. Коэффициент крутящего момента.*
23. *Режимы работы ветроколеса. Классификация ВЭУ.*
24. *Гидроэнергетика. Малые ГЭС. Гидроэнергетический потенциал Калининградской области.*
25. *Основные принципы использования энергии воды. Мощность водяного потока.*
26. *Оборудование ГЭС.*
27. *Активные и реактивные гидротурбины. Кавитация. Коэффициент быстроходности.*
28. *Гидравлический таран. Экология гидроэнергетики. Экология малых ГЭС.*
29. *Энергия волн. Характеристики волнового движения.*
30. *Мощность волнового движения. Скорость перемещения волны.*
31. *Устройства для преобразования энергии волн.*
32. *Энергия приливов. Периоды колебаний уровня воды. Причины возникновения*
33. *приливов. Лунные и солнечные приливы.*
34. *Преобразование тепловой энергии океана. ОТЭС замкнутого цикла. Мощность*
35. *ОТЭС открытого цикла. Комбинированная выработка электроэнергии и пресной воды. Технические трудности создания ОТЭС открытого цикла.*
36. *Арктические ОТЭС. Определение мощности.*
37. *Фотосинтез и его эффективность. Световые и темновые реакции.*
38. *Биомасса. Биотопливо. Система планетарного кругооборота биомассы.*
39. *Классификация биотоплива и его энергетические характеристики.*
40. *Производство биомассы для энергетических целей. Энергетические фермы.*
41. *Потенциал биотоплива в Калининградской области.*
42. *Технико-экономические показатели процессов переработки Биомассы.*
43. *Сжигание. Пиролиз. Газификация. Спиртовая ферментация. Анаэробное*
44. *сбраживание. Биогазогенераторы.*
45. *Геотермальная энергия и ее свойства. Строение Земли.*
46. *Классификация геотермальных районов.*
47. *ГеоТЭС. Экологические проблемы строительства ГеоТЭС.*

48. Системы генерации электроэнергии на ГеоТЭС. Комбинированная выработка электроэнергии, тепла, пресной воды и минеральных веществ.
49. Оценка мощности ГеоТЭС.
50. Аккумуляция энергии . Биологическое аккумуляция. Водород. Аммиак.
51. Аккумуляция тепла, электроэнергии.
52. Топливные элементы.
53. Механическое аккумуляция: вода, сжатый воздух, маховики.

#### 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. Велькин, В. И. Возобновляемая энергетика и энергосбережение : учебник / В. И. Велькин, Я. М. Щелоков, С. Е. Щеклеин ; под общ. ред. проф., д-ра техн. наук В. И. Велькина. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА : Изд-во Урал. ун-та, 2022. - 312 с. - ISBN 978-5-9765-4991-3 (ФЛИНТА) ; ISBN 978-5-7996-3122-2 (Изд-во Урал. ун-та). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1891493>. – Режим доступа: по подписке

### Дополнительная литература

1. Удалов, С. Н. Возобновляемые источники энергии : учебное пособие / С. Н. Удалов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Новосибирск : НГТУ, 2014. — 459 с. — ISBN 978-5-7782-2467-4.
2. Мартюшев, Д. А. Возобновляемые источники энергии : учебное пособие / Д. А. Мартюшев, П. Ю. Илюшин. — Пермь : ПНИПУ, 2015. — 136 с. — ISBN 978-5-398-01455-6.
3. Юдаев, И. В. Возобновляемые источники энергии : учебник для вузов / И. В. Юдаев, Ю. В. Даус, В. В. Гамага. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 328 с. — ISBN 978-5-8114-9502-3. Б.ц.
4. Земсков, В. И. Возобновляемые источники энергии в АПК : учебное пособие / В. И. Земсков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1647-9. —Б.ц.
5. Возобновляемые источники энергии : учебно-методическое пособие / составитель К. В. Кенден. — Кызыл : ТувГУ, 2018. — 63 с.Б.ц.

## 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: «Современные системы электроснабжения».

**Целью** освоения дисциплины «Современные системы электроснабжения» является формирование у магистров профессионального кругозора в области современных принципов построения систем электроснабжения.

**Задачами** дисциплины являются:

формирование у магистров представления основных направлений развития электротехники, электромеханики и электротехнологий с учетом достижений смежных фундаментальных наук;

изучение методов определения показателей качества электроэнергии;

формирование понимания системных задач электротехнических установок, включая электрооборудование и электроаппараты высокого и низкого напряжения;

изучение параметров и характеристик новых экономичных источников питания и электротехнологических 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
ПК-2. Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.	ПК-2.1. Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2. Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3. Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.	<b>Знать</b> современные научные технологические решения систем электроснабжения. <b>Уметь</b> контролировать соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования при заданном режиме электроснабжения. <b>Владеть</b> опытом расчётов заданных режимов электроснабжения с целью выполнения полного цикла технологической цепочки для производства.

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина *Б1.В.ДВ.01.03.ДВ.01.06 «Современные системы электроснабжения»* представляет собой дисциплину *части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин (модулей) по выбору* 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	<i>Общая характеристика системы электроснабжения</i>	<i>Электрика в системе электрических наук и практической деятельности. Термины и определения электрики.</i>



		<i>Промышленное электропотребление и количественное описание электрического хозяйства. Потребители электрической энергии. Основные требования к системам электроснабжения. Ценологические ограничения построения и функционирования электрического хозяйства. Характерные электроприемники. Параметры электропотребления и расчетные коэффициенты. Определение электрических нагрузок комплексным методом. Практика определения расчетного и договорного максимума</i>
2	<i>Системы электроснабжения более 1 кВ</i>	<i>Цеховые подстанции третьего уровня системы электроснабжения. Выбор трансформаторов для цеховых подстанций. Размещение и компоновка подстанций 3УР. Распределительные устройства 2УР.</i>
3	<i>Низковольтное электроснабжение в сети</i>	<i>Нормы качества электрической энергии и область их применения в системах электроснабжения. Отклонения и колебания напряжения. Несинусоидальность и несимметрия напряжения. Отклонения частоты, провал и импульс напряжения. Временное напряжение. Причины и источники нарушения показателей качества электрической энергии. Способы и технические средства повышения качества электроэнергии.</i>
4	<i>Децентрализованные системы электроснабжения</i>	<i>Принципы построения децентрализованной системы электроснабжения. Характеристика систем электроснабжения, общая характеристика децентрализованной системы секционирования воздушных распределительных сетей, алгоритмы децентрализованной системы секционирования. Возобновляемые источники электроэнергии. Накопители электроэнергии.</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):

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Тема лекций</b>
1	<i>Тема 1. Общая характеристика системы электроснабжения</i>	<i>Электрика в системе электрических наук и практической деятельности. Потребители электрической энергии. Ценологические ограничения построения и функционирования электрического хозяйства.</i>
2	<i>Тема 2. Системы электроснабжения более 1 кВ</i>	<i>Цеховые подстанции третьего уровня системы электроснабжения.</i>
3	<i>Тема 3. Низковольтное электроснабжение в сети</i>	<i>Нормы качества электрической энергии и область их применения в системах электроснабжения. Причины и источники нарушения показателей качества электрической энергии. Способы и технические средства повышения качества электроэнергии.</i>
4	<i>Тема 4. Децентрализованные системы электроснабжения</i>	<i>Принципы построения децентрализованной системы электроснабжения. Возобновляемые источники электроэнергии. Накопители электроэнергии.</i>

## Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторных работ
1.	Тема 1. Общая характеристика системы электроснабжения	Измерение параметров установившегося режима электрической сети с односторонним питанием
2.	Тема 2. Системы электроснабжения более 1 кВ	Измерение параметров установившегося режима электрической сети с двухсторонним питанием
3.	Тема 3. Низковольтное электроснабжение в сети	Потери электрической энергии в распределительных сетях
4.	Тема 4. Децентрализованные системы электроснабжения	Измерение показателей качества электрической энергии

## 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: «Общая характеристика системы электроснабжения»; «Системы электроснабжения более 1 кВ»; «Низковольтное электроснабжение в сети»; «Децентрализованные системы электроснабжения».

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
Тема 1. Общая характеристика системы электроснабжения	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 2. Системы электроснабжения более 1 кВ	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 3. Низковольтное электроснабжение в сети	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ
Тема 4. Децентрализованные системы электроснабжения	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Тестирование, выполнение и 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**

**по разделу № 1 «Общая характеристика системы электроснабжения»**

**Вопросы для устного опроса или тестирования**

1. Электрика в системе электрических наук и практической деятельности.
2. Термины и определения электрики.
3. Промышленное электропотребление и количественное описание электрического хозяйства.
4. Потребители электрической энергии.
5. Основные требования к системам электроснабжения.
6. Ценологические ограничения построения и функционирования электрического хозяйства.
7. Характерные электроприемники.
8. Параметры электропотребления и расчетные коэффициенты.
9. Определение электрических нагрузок комплексным методом.
10. Практика определения расчетного и договорного максимума.

**Типовые контрольные задания**

**по разделу № 2 «Системы электроснабжения более 1 кВ»**

**Вопросы для устного опроса или тестирования**

1. Цеховые подстанции третьего уровня системы электроснабжения.
2. Выбор трансформаторов для цеховых подстанций.
3. Размещение и компоновка подстанций 3УР.
4. Распределительные устройства 2УР.
5. Преобразовательные установки и подстанции.

**по разделу № 3 «Низковольтное электроснабжение в сети»**

**Вопросы для устного опроса или тестирования**

1. Нормы качества электрической энергии и область их применения в системах электроснабжения.

2. Отклонения и колебания напряжения.
3. Несинусоидальность и несимметрия напряжения.
4. Отклонения частоты, провал и импульс напряжения.
5. Временное напряжение.
6. Причины и источники нарушения показателей качества электрической энергии.  
Способы и технические средства повышения качества электроэнергии.

#### **по разделу № 4 «Децентрализованные системы электроснабжения»**

##### **Вопросы для устного опроса или тестирования**

1. Принципы построения децентрализованной системы электроснабжения.
2. Характеристика систем электроснабжения, общая характеристика децентрализованной системы секционирования воздушных распределительных сетей, алгоритмы децентрализованной системы секционирования.
3. Возобновляемые источники электроэнергии.
4. Накопители электроэнергии.

#### **Лабораторные работы**

##### **К разделу 1. Общая характеристика системы электроснабжения**

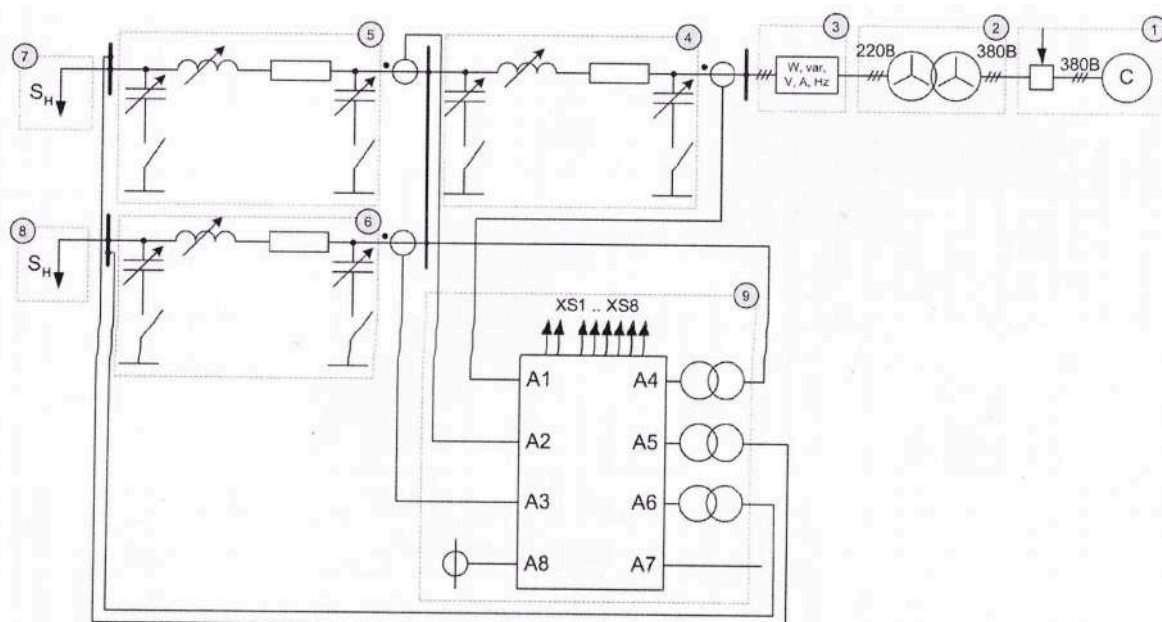
##### **Работа №1. Измерение параметров установившегося режима электрической сети с односторонним питанием.**

###### **1. Цель работы**

- изучить факторы, влияющие на значения режимных параметров линии электропередачи (активной и реактивной мощностей, токов и напряжений);
- изучить методики расчета установившихся режимов работы сетей с односторонним питанием;
- сопоставить данные расчетных и экспериментальных значений.

###### **2. Методические указания**

1. Собрать схему лабораторных испытаний рис.1 (ВСЕ МОДУЛИ СТЕНДА ДОЛЖНЫ БЫТЬ ОТКЛЮЧЕНЫ!)
- 2.



### **Сбор схемы описан последовательно отдельно для каждой фазы!**

#### *Фаза А*

Шаг 1. Соединить вывод фазы А модуля трехфазной сети (L1) через понижающий трансформатор (выбрав отпайки трансформатор на 220 В) с модулем измерителя мощности.

Шаг 2. Модуль измерителя мощности соединить с линией электропередачи (4), включив последовательно в цепь фазы А датчик тока I1 на модуле ввода-вывода. Линию электропередачи (5) соединить с линией электропередачи (4), последовательно включив датчик тока I2. Линию электропередачи (6) соединить с линией электропередачи (4), последовательно включив датчик тока I3.

Шаг 3. Датчик напряжения U1 на модуле «Ввода-вывода» подключить в цепь фазы А параллельно линии электропередачи (4). Датчики напряжения U2 и U3 подключить параллельно линиям электропередач (5) и (6) соответственно.

Шаг 4. Подключить модули нагрузок (7) и (8) по схеме звезда без нулевого провода к выводам модулей линий электропередач (5) и (6) соответственно.

### **Не разбирая схему соединения цепи фазы А, собрать цепи фаз В и С!**

#### *Фаза В*

Шаг 1. Соединить вывод фазы В модуля трехфазной сети (L2) через понижающий трансформатор (выбрав отпайки трансформатор на 220 В) с модулем измерителя мощности.

Шаг 2. Модуль измерителя мощности соединить с линией электропередачи (4).  
Линии электропередач (5) и (6) подключить параллельно к линии электропередачи (4).

Шаг 3. Подключить модули нагрузок (7) и (8) по схеме звезда без нулевого провода к выводам модулей линий электропередач (5) и (6) соответственно.

Шаг 4. Заземлить вывод А8 модуля ввода-вывода.

#### Фаза С

Собрать цепь фазы С аналогично цепи фазы В.

3. Установить параметры линии электропередач:

1) Максимальное значение продольной составляющей (переключатель SA1 в положение 3);

2) Отключение поперечной составляющей (переключатели SA2, SA3 в положение 1)

Установить параметры активной и индуктивной нагрузки: переключатели SA1 в положение 1.

4. На персональном компьютере запустить программный комплекс «DeltaProfi». Открыть лабораторную работу №1.

5. Включить питание стенда и выключатели модуля трехфазной сети (кнопка SB1 на лицевой панели).

6. Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или горячей клавишей F5.

7. В таблицу 1 записать показания измерительных приборов на мнемосхеме ПК, а также величину линейного напряжения, активной и реактивной мощности потребляемой из сети по показаниям модуля измерителя мощности.

Таблица 1.

Режим работы сети		U <sub>ном</sub> =220 В Акт.нагр. SA1=1 Инд.нагр. SA1=1 ЛЭП W1 SA1=3	U <sub>ном</sub> =220В Акт.нагр. SA1=1 Инд.нагр. SA1=1 ЛЭП W1 SA1=1	U <sub>ном</sub> =220В Акт.нагр. SA1=___ Инд.нагр. SA1=___ ЛЭП W1 SA1=3	U <sub>ном</sub> =127В Акт.нагр. SA1=1 Инд.нагр. SA1=1 ЛЭП W1 SA1=3
ЛЭП W1	Начало	P, Вт			
		Q, Вар			
	Конец	P1, Вт			
		Q1, Вар			
	Потери	ΔP, Вт			
		ΔQ, Вар			



ЛЭП W2	Начало	P2, Вт				
		Q2, Вар				
	Конец	P3, Вт				
		Q3, Вар				
	Потери	$\Delta P$ , Вт				
		$\Delta Q$ , Вар				
ЛЭП W3	Начало	P4, Вт				
		Q4, Вар				
	Конец	P5, Вт				
		Q5, Вар	0	0	0	0
	Потери	$\Delta P$ , Вт				
		$\Delta Q$ , Вар				
Напряжение в узлах сети	U, В					
	U1, В					
	U2, В					
	U3, В					

8. Изменить длину линии электропередачи (4)( перевести переключатель SA1 в положении 1) и занести в таблицу 1 новые показания приборов.

**Изменение положений переключателей осуществляется при выключенном питании стенда!**

9. Вернуть переключатель SA1 линии (4) в исходное (третье -3) положение, изменить величину активной и индуктивной нагрузки. Занести показания приборов в таблицу 1.

10. Изменить напряжение питания сети с 220 В на 127 В (переключившись на другие отпайки силового трансформатора).

11. Вернуть переключатели SA1 нагрузок в исходное (первое -1) положение. Занести показания приборов в таблицу 1.

12. Остановить программу кнопкой «Стоп» или горячей клавишей F6. Отключить питание стенда.

13. Проанализировать полученные данные: определить, как влияет величина нагрузки, напряжение питания и длина линий электропередач на напряжения в узлах сети, величины перетоков активных и реактивных мощностей по линиям электропередач. Объяснить, почему суммарная мощность, потребляемая из сети больше суммарной мощности нагрузки, а также разницу между мощностями в начале и в конце ЛЭП (5) и (6).

14. Оформить отчет по лабораторной работе.

#### Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Схемы лабораторных установок.

3. Результаты экспериментального исследования (таблицы и графики).
4. Результаты обработки экспериментальных данных.
5. Выводы.

### **Контрольные вопросы**

1. Понятие установившегося режима работы электроустановки с односторонним питанием.
2. Что такое реактивная мощность?
3. Перечислите известные вам режимы работы электрической сети.
4. Поясните работу однолинейной электрической схемы.
5. Что означает режим работы с односторонним питанием?
6. Перечислите способы соединения фаз трехфазных приемников.

## **К разделу 2. Системы электроснабжения более 1 кВ.**

### **Работа № 2. Регулирование напряжения путём поперечной компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторной батареи.**

**1. Цель работы:** изучить влияние поперечной ёмкостной компенсации на величину напряжений в узлах распределительной сети

#### **2. Методические указания**

2.1. Собрать схему лабораторных испытаний рис.4 (ВСЕ МОДУЛИ СТЕНДА ДОЛЖНЫ БЫТЬ ОТКЛЮЧЕНЫ!) *Режим холостого хода!*

- Шаг 1. Соединить выводы фаз А, В и С модуля трехфазной сети через понижающий трансформатор (выбрав отпайку трансформатора на 220 В) с модулем ЛЭП 3.
- Шаг 2. Подключить выводы ЛЭП 3 к входу модуля измерителя мощности.
- Шаг 3. Объединить нейтрали каждой из обмоток понижающего трансформатора между собой.

2. 2. Установить параметры линии электропередач:

- 3) Минимальное значение продольной составляющей (переключатель SA1 в положение 1);
- 4) Отключение поперечной составляющей (переключатели SA2, SA3 в положение 1)

2.3. Включить питание стенда и нажать кнопку «Вкл» модуля трехфазной сети.

2.4. Перевести модуль измерителя мощности в режим измерения линейных напряжений. Записать величину напряжения электропередачи при работе в режиме холостого хода.

2.5. Нажать кнопку «Откл» модуля трёхфазной сети. Отключить питание стенда.

2.6. Собрать схему лабораторных испытаний рис. 5 (ВСЕ модули стенда должны быть ОТКЛЮЧЕНЫ!), представляющую собой ЛЭП, работающую на индуктивную нагрузку 5.

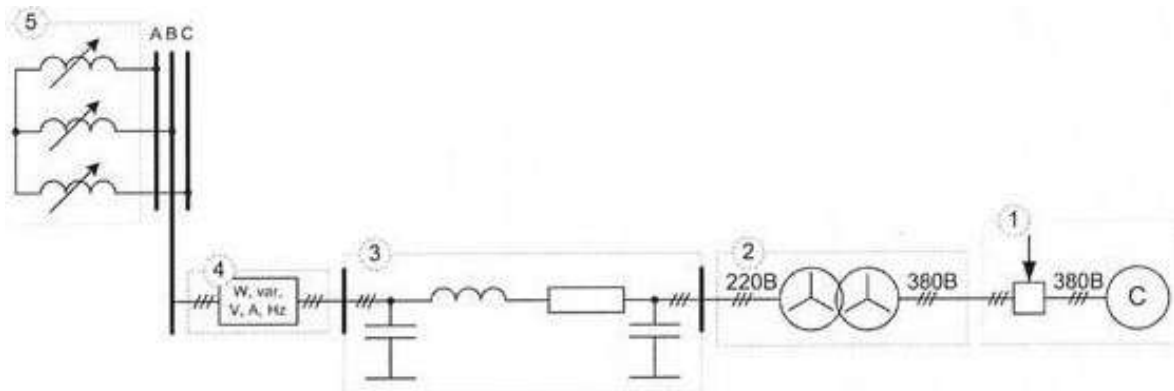


Рис. 5

*Режим работы на индуктивную нагрузку*

Шаг 1. Не разбирая предыдущую схему, соедините выход модуля измерителя мощности с выводами модуля индуктивной нагрузки.

Шаг 2. Вторые выводы модуля индуктивной нагрузки соедините между собой.

2.7. Установить переключатель SA1 величины индуктивной нагрузки в положение 3.

2.8. Включить питание стенда и нажать кнопку «Вкл» модуля трехфазной сети.

2.9. Перевести модуль измерителя мощности в режим измерения линейных напряжений. Записать величину напряжения электропередачи в режиме работы на индуктивную нагрузку.

2.10. Нажать кнопку «Откл» модуля трёхфазной сети. Отключить питание стенда.

2.11. Собрать схему лабораторных испытаний рис. 6 (ВСЕ модули стенда должны быть ОТКЛЮЧЕНЫ!), представляющую собой ЛЭП с устройством поперечной ёмкостной компенсации 6, работающую на индуктивную нагрузку 5. В качестве устройства поперечной ёмкостной компенсации (конденсаторной батареи) использовать модуль ёмкостной нагрузки. Переключатель величины ёмкости конденсаторной батареи SA1 установить в положение 5.

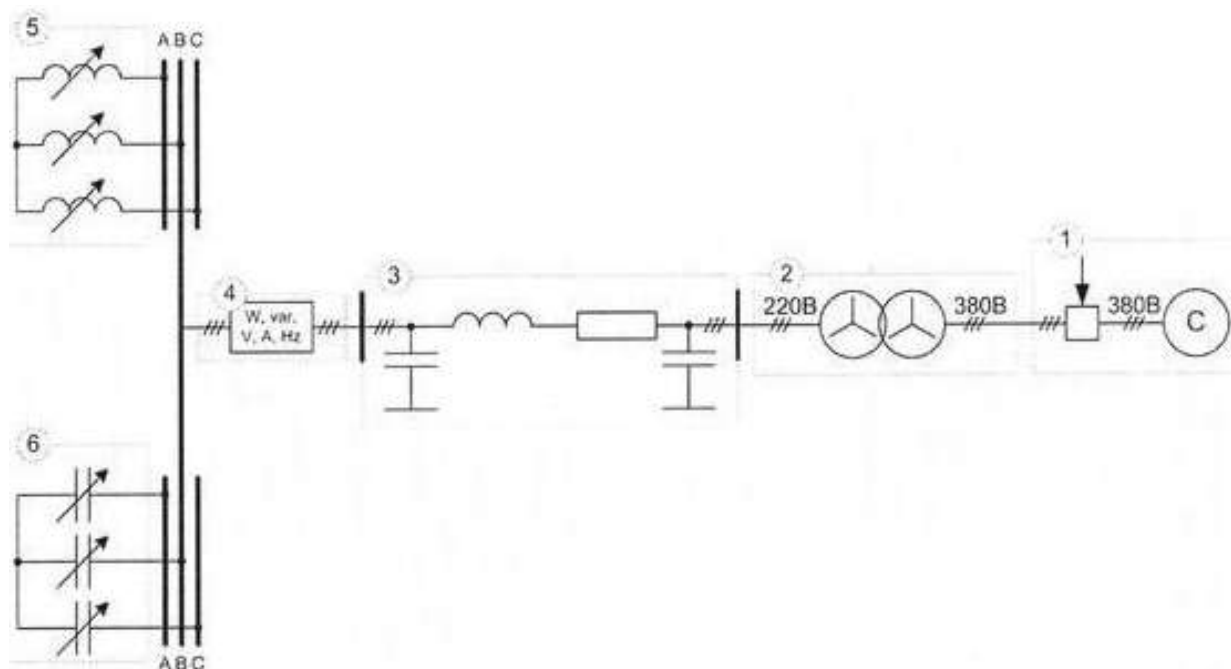


Рис. 6

*Устройство поперечной ёмкостной компенсации в режиме работы на индуктивную нагрузку*

Шаг 1. Не разбирая предыдущую схему, соедините выход модуля измерителя мощности с выводами модуля ёмкостной нагрузки.

Шаг 2. Вторые выводы модуля ёмкостной нагрузки соедините между собой.

2.12. Включить питание стенда и нажать кнопку «Вкл» модуля трёхфазной сети.

2.13. Перевести модуль измерителя мощности в режим измерения линейных напряжений. Записать величину напряжения электропередачи с устройством поперечной ёмкостной компенсации в режиме работы на индуктивную нагрузку.

2.14. Нажать кнопку «Откл» модуля трёхфазной сети. Отключить питание стенда.

2.15. По полученным результатам заполнить таблицу 4 (за номинальное напряжение электропередачи принять величину напряжения в режиме холостого хода), сделать вывод о влиянии поперечной ёмкостной компенсации на величины напряжений в узлах распределительной сети и параметры качества электрической энергии (величину длительного отклонения напряжения).

Таблица 4.

Режим работы ЛЭП	Номинальное напряжение сети, В	Напряжение электропередачи, В	Отклонение напряжения, %
Холостой ход $U_{ab}$			

$U_{bc}$ $U_{ca}$			
Индуктивная нагрузка $U_{ab}$ $U_{bc}$ $U_{ca}$			
Поперечная ёмкостная компенсация, индуктивная нагрузка $U_{ab}$ $U_{bc}$ $U_{ca}$			

2.16. Оформить отчет по лабораторной работе.

#### Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Схемы лабораторных установок.
3. Результаты обработки экспериментальных данных.
4. Сводная таблица.
5. Выводы.

#### Контрольные вопросы

1. Для чего необходимо регулировать напряжение?
2. Для чего нужна поперечная компенсация? Каковы её достоинства?
3. Как изменяется коэффициент мощности после компенсации?
4. Какие компенсирующие устройства могут работать как в режиме выдачи, так и в режиме потребления реактивной мощности?

**К разделу 3. Низковольтное электроснабжение в сети.**

**Работа № 3. Определение влияния отклонения напряжения на мощность, потребляемую индуктивной нагрузкой.**

**1. Цель работы:** изучить влияние величины напряжения на мощность, потребляемую индуктивной нагрузкой.

## 2. Методические указания

Собрать схему лабораторных испытаний рис. 10.

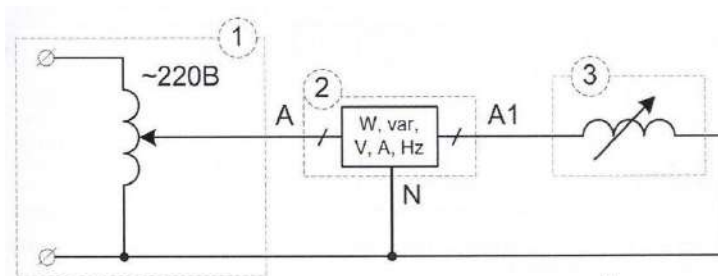


Рис.10. Исследование характеристик мощности индуктивной нагрузки

Шаг 1. Подключить выводы автотрансформатора на вход А и нейтраль N модуля измерителя мощности.

Шаг 2. Соединить выводы одной из фаз модуля индуктивной нагрузки с выходом А1 и нейтралью N модуля измерителя мощности.

Установить переключатель SA1 модуля индуктивной нагрузки в положение 3;

Включить питание стенда. Включить питание модуля автотрансформатора.

Перевести модуль измерителя мощности в режим измерения фазных напряжений.

Регулируя коэффициент трансформации автотрансформатора, установить величину напряжения на нагрузке на уровне 220 В.

Перевести модуль измерителя мощности в режим измерения активной мощности.

Записать величину мощности, потребляемой индуктивной нагрузкой.

Перевести модуль измерителя мощности в режим измерения реактивной мощности.

Записать величину реактивной мощности, потребляемой индуктивной нагрузкой.

В соответствии с таблицей 7 изменять напряжение питания нагрузки. При каждом новом значении фиксировать величины потребляемых активной и индуктивной мощностей. Результаты измерений занести в таблицу 7.

Нажать кнопку «Откл» модуля трёхфазной сети. Отключить питание стенда.

По экспериментальным данным таблицы 7 рассчитать полную мощность, потребляемой нагрузкой при различной величине питающего напряжения, построить зависимость активной, реактивной и полных мощностей, потребляемых нагрузкой от величины питающего напряжения, выраженных в процентах от номинального режима. За номинальное напряжение принять напряжение 220 В, за номинальную мощность принять мощность, потребляемой нагрузкой при питании от 220 В.

Сделать вывод о влиянии отклонения напряжения на мощность, потребляемой индуктивной нагрузкой.

Таблица 7.

$U_{\text{нагр}}$ , В	220	209	198	187	176	165	154
$U_{\text{нагр}}$ , %	100	95	90	85	80	75	70
$P_{\text{нагр}}$ , Вт							
$Q_{\text{нагр}}$ , Вар							
$S_{\text{нагр}}$ , ВА							
$P_{\text{нагр}}$ , %	100						
$Q_{\text{нагр}}$ , %	100						
$S_{\text{нагр}}$ , %	100						

Оформить отчет по лабораторной работе.

### Содержание отчета

Цель работы.

Схемы лабораторных установок.

Результаты обработки экспериментальных данных.

Сводная таблица.

Выводы.

### Контрольные вопросы

Что такое отклонение напряжения и чем оно обусловлено?

Каковы (согласно ГОСТу) предельно допустимые значения установившегося отклонения напряжения на зажимах электроприёмников?

Активная и реактивная составляющая нагрузок.

Что такое реактивная мощность? Привести формулу полной мощности.

### К разделу 4. Децентрализованные системы электроснабжения.

#### Работа № 3. Измерение показателей качества электрической энергии.

**1. Цель работы:** изучить методы измерения показателей качества электрической нагрузки, провести измерения показателей качества электрической энергии.

#### 2. Методические указания

Собрать схему лабораторных испытаний (рис. 1) (ВСЕ МОДУЛИ СТЕНДА ДОЛЖНЫ БЫТЬ ОТКЛЮЧЕНЫ!)

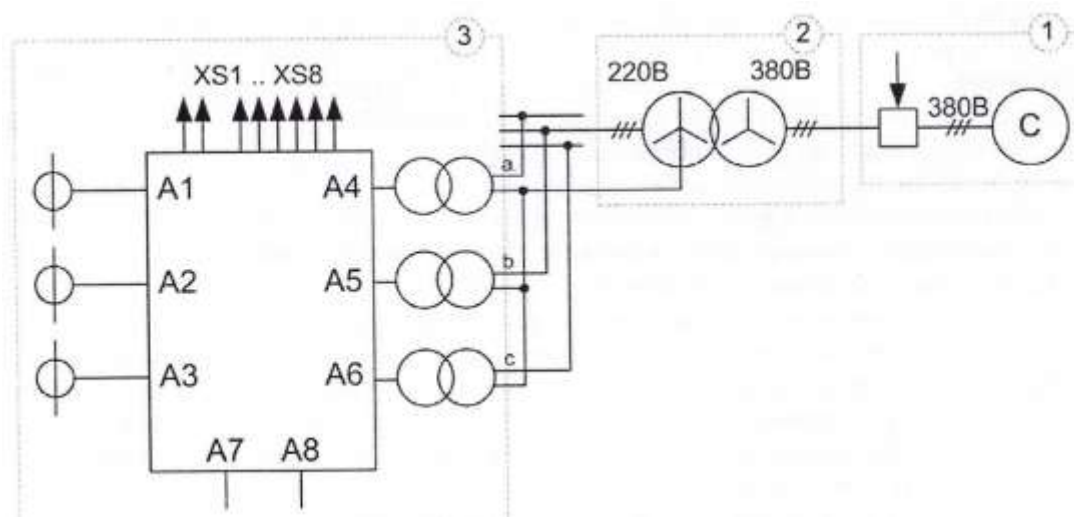


Рис. 1. Схема измерений показателя качества электрической цепи.

Шаг 1. Подключить все 3 вывода автотрансформатора на входы A4, A5 и A6 соответственно.

Включить питание стенда. Включить питание модуля автотрансформатора.

На персональном компьютере запустить программный комплекс «DeltaProfi». Открыть лабораторную работу командой «Работы – Передача и качество ЭЭ – Измерение показателей качества электрической энергии»

Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или командой главного меню «Управление – Пуск» или горячей клавишей F5.

Провести измерения за время 5..10 мин. В табл. 9.1 записать полученные результаты, а именно максимальные значения установившегося отклонения напряжения, размаха изменения напряжения, коэффициента отклонения напряжения, размаха изменения напряжения, коэффициента искажения синусоидальности напряжения, коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности, максимальное значения коэффициента несимметрии напряжения по нулевой последовательности, отклонение частоты.

В таблицу 9.2 внести текущие значения относительных величин высших гармоник напряжения номерами от 2 до 5. Нажать кнопку «Стоп» для прекращения режима измерений. Определить требования ГОСТ по данным параметрам качества, и сравнить полученные результаты. Нажать кнопку «Откл» модуля трёхфазной сети. Отключить питание стенда.

Таблица 9.1

Параметр качества электрической энергии	Измеренное значение	Допустимое значение
Установившееся отклонение напряжения, %		



Размах изменения напряжения, %		
Коэффициент искажения синусоидальности напряжения, %		
Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности, %		
Коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности, %		
Отклонение частоты, Гц		

Таблица 9.2

Параметр качества электрической энергии	Измеренное значение	Допустимое значение
Коэффициент 2 гармонической составляющей, %		
Коэффициент 3 гармонической составляющей, %		
Коэффициент 4 гармонической составляющей, %		
Коэффициент 5 гармонической составляющей, %		
Коэффициент 6 гармонической составляющей, %		
Коэффициент 7 гармонической составляющей, %		
Коэффициент 8 гармонической составляющей, %		
Коэффициент 9 гармонической составляющей, %		
Коэффициент 10 гармонической составляющей, %		
Коэффициент 11 гармонической составляющей, %		

Оформить отчет по лабораторной работе.

**Содержание отчета:**

- цель работы;
- схемы лабораторных установок;
- результаты обработки экспериментальных данных;
- сводная таблица;
- выводы.

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

*Примерный перечень вопросов к зачету:*

1. *Электрика в системе электрических наук и практической деятельности.*
2. *Термины и определения электрики.*
3. *Промышленное электропотребление и количественное описание электрического хозяйства.*
4. *Потребители электрической энергии.*
5. *Основные требования к системам электроснабжения.*
6. *Ценологические ограничения построения и функционирования электрического хозяйства.*

7. *Характерные электроприемники.*
8. *Параметры электропотребления и расчетные коэффициенты.*
9. *Определение электрических нагрузок комплексным методом.*
10. *Практика определения расчетного и договорного максимума.*
11. *Цеховые подстанции третьего уровня системы электроснабжения.*
12. *Выбор трансформаторов для цеховых подстанций.*
13. *Размещение и компоновка подстанций 3УР.*
14. *Распределительные устройства 2УР.*
15. *Преобразовательные установки и подстанции.*
16. *Нормы качества электрической энергии и область их применения в системах электроснабжения.*
17. *Отклонения и колебания напряжения.*
18. *Несинусоидальность и несимметрия напряжения.*
19. *Отклонения частоты, провал и импульс напряжения.*
20. *Временное напряжение.*
21. *Причины и источники нарушения показателей качества электрической энергии. Способы и технические средства повышения качества электроэнергии.*
22. *Принципы построения децентрализованной системы электроснабжения.*
23. *Характеристика систем электроснабжения, общая характеристика децентрализованной системы секционирования воздушных распределительных сетей, алгоритмы децентрализованной системы секционирования.*
24. *Возобновляемые источники электроэнергии.*
25. *Накопители электроэнергии.*

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

<b>Уровни</b>	<b>Содержательное описание уровня</b>	<b>Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)</b>	<b>Пятибалльная шкала (академическая) оценка</b>	<b>Двухбалльная шкала, зачет</b>	<b>БРС, % освоения (рейтинговая оценка)</b>
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и</i>	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 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. Иванников, В. П. Информационно-измерительная техника и электроника : учебное пособие / В. П. Иванников. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 356 с. - ISBN 978-5-9729-1072-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1903130> – Режим доступа: по подписке.

2. Лукутин, Б. В. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями: Учебное пособие / Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Плотников И.А. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 120 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/675277>. – Режим доступа: по подписке.

#### **Дополнительная литература.**

1. Тараканов, В. П. Информационно-измерительная техника и электроника. Электрические измерения в системах электроснабжения : учебно-методическое пособие / В. П. Тараканов, М. С. Макеев. — Тольятти : ТГУ, 2013. — 88 с.

2. Бобров, А. В. Ветро дизельные комплексы в децентрализованном электроснабжении : монография / А. В. Бобров, В. А. Тремясов. — Красноярск : СФУ, 2012. — 216 с. — ISBN 978-5-7638-2573-2.
3. Савина, Н. В. Качество электроэнергии : учебное пособие / Н. В. Савина. — Благовещенск : АмГУ, 2014. — 182 с.
4. Яковенко, Н. И. Системы электроснабжения электротехнологических установок и объектов : учебно-методическое пособие / Н. И. Яковенко, В. А. Безик, А. М. Никитин. — Брянск : Брянский ГАУ, 2018. — 76 с.
5. Гужов, Н. П. Системы электроснабжения : учебник / Н. П. Гужов, В. Я. Ольховский, Д. А. Павлюченко. — Новосибирск : НГТУ, 2015. — 258 с. — ISBN 978-5-7782-2734-7

#### **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 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.

### **1. Учебная аудитория на 25 человек (№ 324).**

Проектор Epson EMP-1810 - проектор с повышенной яркостью; персональный компьютер с параметрами - Intel Core I3-3220, 3.3 GHz, 4Gb RAM, 1 Tb HDD, 21,5", keyboard, Mouse, LAN, Internet access.

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Windows 7, Договор № 812/11 от 23.09.11 с ЗАО "СофтЛайн Трейд"

Общесистемное программное обеспечение Microsoft Office Standart 2010. Договор № 812/11 от 30.09.11 с ЗАО "СофтЛайн Трейд".

### **2. Лаборатория (помещение 500).**

**Лабораторный комплекс «Передача и качество электрической энергии».** Представляет собой сеть с радиальным питанием. Источник питания, представляющий собой сеть бесконечной мощности, через понижающий трансформатор и модули измерителя мощности, питает линию электропередачи. От подстанции, расположенной на противоположном конце линии, отходят две линии электропередач, каждая из которых питает своих потребителей соответственно. В качестве нагрузки рекомендуется использовать модуль индуктивной нагрузки, а в качестве нагрузки, модуль активной нагрузки.

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.

## 5. Программа практики

Не предусмотрена.

## 6. 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