

**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 ДИСЦИПЛИНЫ

«Автоматика, регулирование и питание двигателей КА»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2024

Лист согласования

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

Протокол № 15 от «7» марта 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 «Автоматика, регулирование и питание двигателей КА».
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: «Автоматика, регулирование и питание двигателей КА».

Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины "Автоматика, регулирование и питание двигателей КА" заключается в том, чтобы студенты получили знания и навыки по автоматизации и управлению системами питания и регулирования двигателей, что имеет большое значение в области космической техники. Этот курс включает в себя изучение основных принципов автоматике, управления, электропитания и механики, а также их применение к космическим системам.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-2 Способен читать конструкторскую документацию на изделия и работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.</i>	<i>ПК-2.1 Использует на практике специализированный язык конструкторской документации. ПК-2.2 Использует методы численного моделирования при разработке различных инженерных систем. ПК-2.3 Демонстрирует базовые знания различных систем и программ моделирования конструкционных материалов.</i>	<i>Знать: Основные принципы работы автоматических систем управления. Принципы регулирования и управления двигателями различных типов. Уметь: Проектировать и настраивать системы автоматического управления для различных типов двигателей. Владеть: Навыками программирования и настройка контроллеров для автоматических систем управления.</i>
<i>ПК-3 Владеет знаниями свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.</i>	<i>ПК-3.1 Подбирает оборудование контроля и измерения параметров под необходимый материал. ПК-3.2 Решает задачи по расчету и моделированию свойств конструкционных материалов.</i>	<i>Знать: Различные методы питания двигателей и их применение в различных условиях. Основные компоненты и устройства автоматике и регулирования, такие как контроллеры, исполнительные механизмы, датчики, приводы и т.д. Способы диагностики и обслуживания автоматических систем управления и двигателей. Уметь: Разрабатывать схемы питания и регулирования двигателей в соответствии с их техническими требованиями. Владеть: навыками анализа и оптимизации работы автоматических систем управления и регулирования.</i>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Автоматика, регулирование и питание двигателей КА» представляет собой дисциплину Б1.В.ДВ.04.02 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 автоматике и регулирования</i>	<i>Введение в основные принципы автоматического управления, виды систем автоматике и их применение в космических аппаратах. Системы автоматике Интегральные (ИА). Системы автоматике для стабилизации полета, навигации, управления двигателями, контроля терморегуляции. Автоматическое функционирование космических аппаратов в условиях космоса.</i>
2	<i>Электропитание космических аппаратов</i>	<i>Обзор основных принципов электропитания КА, хранение,</i>

		<i>системы переключения и распределения. Системы управления энергопотреблением. Системы автоматического переключения и резервирования.</i>
3	<i>Принципы работы и управление электродвигателей</i>	<i>Рассмотрение основных типов электродвигателей, их принципы работы и методы управления с использованием автоматики.</i>
4	<i>Регулирование и стабилизация полета космических аппаратов</i>	<i>Основы автоматического управления для поддержания стабильного полета, методы регулирования и стабилизации.</i>
5	<i>Программное управление двигателями</i>	<i>Введение в принципы программного управления двигателями космических аппаратов, алгоритмы и методы программирования для эффективного управления двигателями.</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 автоматики и регулирования*
- 2 *Электропитание космических аппаратов*
- 3 *Принципы работы и управление электродвигателей*
- 4 *Регулирование и стабилизация полета космических аппаратов*
- 5 *Программное управление двигателями*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

- 1 *Основы автоматики и регулирования*
- 2 *Электропитание космических аппаратов*
- 3 *Принципы работы и управление электродвигателей*
- 4 *Регулирование и стабилизация полета космических аппаратов*
- 5 *Программное управление двигателями*

Требования к самостоятельной работе студентов

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

- 1 *Основы автоматики и регулирования*
- 2 *Электропитание космических аппаратов*
- 3 *Принципы работы и управление электродвигателей*
- 4 *Регулирование и стабилизация полета космических аппаратов*
- 5 *Программное управление двигателями*

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

- 1 *Основы автоматики и регулирования*

- 2 Электропитание космических аппаратов
- 3 Принципы работы и управление электродвигателей
- 4 Регулирование и стабилизация полета космических аппаратов
- 5 Программное управление двигателями

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>Основы автоматики и регулирования</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
2	<i>Электропитание космических аппаратов</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
3	<i>Принципы работы и управление электродвигателей</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
4	<i>Регулирование и стабилизация полета космических аппаратов</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
5	<i>Программное управление двигателями</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

1. *Какие основные принципы автоматики?*
2. *Что такое обратная связь в системах автоматики и регулирования?*
3. *Какие методы можно использовать для управления электродвигателями?*
4. *Что такое преобразование электрической энергии в механическую в электродвигателях?*
5. *Какие способы осуществления электропитания применяются на космических аппаратах?*
6. *Какие основные технологии используются для обеспечения электропитания на космических аппаратах?*
7. *Какие виды программного управления используются для управления двигателями?*
8. *Какие основные вопросы рассматриваются при программировании управления двигателями?*
9. *Каковы различия между аналоговым и цифровым регулированием двигателей?*
10. *Как работает система управления PWM (широтно-импульсная модуляция) в контексте управления двигателями?*
11. *В чем заключается принцип работы электродвигателей?*

12. Какие основные типы электродвигателей существуют, и в чем их отличия?
13. Каковы основные параметры электрической части электродвигателя?
14. Какие системы используются для регулирования скорости электродвигателей?

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Что такое МРРТ-регуляторы и как они применяются в системах питания космических аппаратов?
2. Какие основные проблемы связаны с электропитанием космических аппаратов?
3. Какую роль играет регулирование и стабилизация полета в конструкции космических аппаратов?
4. Каким образом осуществляется программное управление двигателями?
5. Что такое PID-регулятор, и как он применяется для управления электродвигателями?
6. Какие принципы лежат в основе автоматического регулирования скорости?
7. В чем заключается роль обратной связи в автоматическом регулировании скорости?
8. Какую роль играет регулирование в стабилизации полета космических аппаратов?
9. Какие методы используются для регулирования ориентации космических аппаратов?
10. Как осуществляется автоматическое управление стабилизацией полета космических аппаратов?
11. Какие принципы лежат в основе программного управления двигателями в космических аппаратах?
12. Что такое система управления двигателями (EMS) и какую роль она играет в структуре космических аппаратов?
13. Какие технологии используются для программного управления двигателями в космических аппаратах?
14. Каковы основные требования к программному управлению двигателями в космических аппаратах?
15. Какие методы используются для анализа и оптимизации программного управления двигателями в космических аппаратах?
16. Каковы основные технические вызовы, связанные с программным управлением двигателями в космических аппаратах?

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	Включает низестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера	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. Обуховский, А. Д. Теория авиационных двигателей : учебное пособие / А. Д. Обуховский, Ю. В. Телкова. - 2-е изд. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. - 138 с. - ISBN 978-5-7782-4232-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1866300>
2. Добровольский, М. В. Жидкостные ракетные двигатели : учебник / М. В. Добровольский ; под ред. Д. А. Ягодникова. - 4-е изд., испр. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2020. - 472 с. - ISBN 978-5-7038-5359-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1965792>

Дополнительная литература

1. Гимадиев А. Г. и др. Автоматика и регулирование авиационных двигателей и энергетических установок. Часть 1. Теория автоматического управления. Линейные системы // Самара: СГАУ. – 2002.
2. Гордеев К. Г. и др. Системы питания и управления электрореактивными двигательными установками автоматических космических аппаратов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2009. – Т. 315. – №. 4.

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, 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»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Баллистика миссий космических аппаратов с использованием двигателей малой
тяги»**

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

**Профиль: «Физические процессы в космических двигательных
установках»**

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Лист согласования

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

Протокол № 15 от «7» марта 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 «Баллистика миссий космических аппаратов с использованием двигателей малой тяги».
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: «Баллистика миссий космических аппаратов с использованием двигателей малой тяги».

Цель дисциплины

Формировании у студентов знаний, умений и навыков, необходимых для успешного выполнения баллистического проектирования космических миссий с применением двигателей малой тяги.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен читать конструкторскую документацию на изделия и работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.	ПК-2.1 <i>Использует на практике специализированный язык конструкторской документации.</i> ПК-2.2 <i>Использует методы численного моделирования при разработке различных инженерных систем.</i> ПК-2.3 <i>Демонстрирует базовые знания различных систем и программ моделирования конструкционных материалов.</i>	Знать: основные понятия и определения баллистики космических полётов; принципы работы и характеристики двигателей малой тяги; Уметь: проводить анализ исходных данных для проектирования миссии; выбирать оптимальные параметры траектории полёта; Владеть: навыками работы с математическими моделями движения космических аппаратов; методами оптимизации траекторий полёта с учётом ограничений;
ПК-3 Владеет знаниями свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.	ПК-3.1 <i>Подбирает оборудование контроля и измерения параметров под необходимый материал.</i> ПК-3.2 <i>Решает задачи по расчету и моделированию свойств конструкционных материалов.</i>	Знать: методы расчёта траекторий полёта космических аппаратов; особенности проектирования миссий с использованием двигателей малой тяги. Уметь: рассчитывать расход топлива и время работы двигателя; оценивать точность достижения цели миссии. Владеть: пособиями анализа результатов моделирования и выбора наилучшей траектории; опытом разработки проектов миссий с двигателями малой тяги.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Баллистика миссий космических аппаратов с использованием двигателей малой тяги» представляет собой дисциплину Б1.В.02 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 теории движения космических аппаратов</i>	<i>Изучение основных понятий и определений баллистики космических полётов, таких как траектория полёта, скорость, ускорение и т. д. Рассмотрение законов движения космических аппаратов в гравитационном поле Земли и других небесных тел.</i>
2	<i>Характеристики двигателей малой тяги</i>	<i>Анализ принципов работы и характеристик различных типов двигателей малой тяги, включая химические, электрические и ядерные двигатели. Изучение методов расчёта тяги и удельного импульса двигателей.</i>
3	<i>Методы расчёта траекторий полёта космических аппаратов</i>	<i>Применение методов для проектирования миссий с учётом ограничений на массу топлива, время полёта и другие параметры.</i>

4	<i>Особенности проектирования миссий с использованием двигателей малой тяги</i>	<i>Анализ влияния параметров траектории полёта на расход топлива и время работы двигателя.</i>
5	<i>Оптимизация траекторий полёта с учётом ограничений</i>	<i>Учёт ограничений на массу, время и другие параметры при выборе оптимальной траектории.</i>
6	<i>Анализ результатов моделирования и выбор наилучшей траектории</i>	<i>Оценка точности достижения цели миссии после моделирования траектории полёта. Выбор наилучшей траектории на основе анализа результатов моделирования.</i>
7	<i>Разработка проектов миссий с двигателями малой тяг</i>	<i>Создание проекта миссии с использованием полученных знаний и навыков. Разработка детального плана полёта с расчётом расхода топлива и времени работы двигателя.</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 теории движения космических аппаратов*
2. *Характеристики двигателей малой тяги*
3. *Методы расчёта траекторий полёта космических аппаратов*
4. *Особенности проектирования миссий с использованием двигателей малой тяги*
5. *Оптимизация траекторий полёта с учётом ограничений*
6. *Анализ результатов моделирования и выбор наилучшей траектории*
7. *Разработка проектов миссий с двигателями малой тяг*

Рекомендуемая тематика практических занятий:

1. *Основы теории движения космических аппаратов*
2. *Характеристики двигателей малой тяги*
3. *Методы расчёта траекторий полёта космических аппаратов*
4. *Особенности проектирования миссий с использованием двигателей малой тяги*
5. *Оптимизация траекторий полёта с учётом ограничений*
6. *Анализ результатов моделирования и выбор наилучшей траектории*
7. *Разработка проектов миссий с двигателями малой тяг*

Требования к самостоятельной работе студентов

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

1. *Основы теории движения космических аппаратов*
2. *Характеристики двигателей малой тяги*
3. *Методы расчёта траекторий полёта космических аппаратов*

4. Особенности проектирования миссий с использованием двигателей малой тяги
5. Оптимизация траекторий полёта с учётом ограничений
6. Анализ результатов моделирования и выбор наилучшей траектории
7. Разработка проектов миссий с двигателями малой тяг

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

1. Основы теории движения космических аппаратов
2. Характеристики двигателей малой тяги
3. Методы расчёта траекторий полёта космических аппаратов
4. Особенности проектирования миссий с использованием двигателей малой тяги
5. Оптимизация траекторий полёта с учётом ограничений
6. Анализ результатов моделирования и выбор наилучшей траектории
7. Разработка проектов миссий с двигателями малой тяг

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>Основы теории движения космических аппаратов</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
2	<i>Характеристики двигателей малой тяги</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
3	<i>Методы расчёта траекторий полёта космических аппаратов</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
4	<i>Особенности проектирования миссий с использованием</i>	<i>ПК-2;</i>	<i>Опрос</i>

	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
			текущий контроль по дисциплине
	<i>двигателей малой тяги</i>		
5	<i>Оптимизация траекторий полёта с учётом ограничений</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
6	<i>Анализ результатов моделирования и выбор наилучшей траектории</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
7	<i>Разработка проектов миссий с двигателями малой тяг</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

Какие основные законы движения космических аппаратов существуют?

Что такое тяга двигателя и как она влияет на движение космического аппарата?

Какие типы двигателей малой тяги используются в космических аппаратах?

Как рассчитать траекторию полёта космического аппарата с учётом гравитационного поля Земли?

Какие факторы необходимо учитывать при проектировании миссий с использованием двигателей малой тяги?

Как оптимизировать траекторию полёта с учётом ограничений на массу топлива и время полёта?

Какие методы анализа результатов моделирования траектории полёта существуют?

Как выбрать наилучшую траекторию полёта для достижения цели миссии?

Какие ограничения необходимо учитывать при разработке проектов миссий с двигателями малой тяги?

Как оценить точность достижения цели миссии после моделирования траектории полёта?

В чём заключается особенность проектирования миссий, связанных с использованием двигателей малой тяги?

Какие параметры траектории полёта влияют на расход топлива и время работы двигателя?

Как определить оптимальную траекторию полёта космического аппарата с двигателем малой тяги?

Какие критерии оптимизации траектории полёта можно использовать?

Как учесть ограничения на массу, время и другие параметры при выборе оптимальной траектории?

Какие методы моделирования траекторий полёта космических аппаратов существуют?

Как провести анализ результатов моделирования траектории полёта и выбрать наилучший вариант?

Какие этапы разработки проекта миссии с двигателями малой тяги существуют?

Как разработать детальный план полёта с расчётом расхода топлива и времени работы двигателя?

Какие особенности проектирования миссий с использованием электрических двигателей малой тяги следует учитывать?

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень тем докладов:

1. Основы теории движения космических аппаратов: основные законы и принципы.
2. Характеристики двигателей малой тяги: виды, принципы работы и применение в космических миссиях.
3. Методы расчёта траекторий полёта космических аппаратов с использованием двигателей малой тяги.
4. Особенности проектирования миссий с использованием электрических двигателей малой тяги.
5. Оптимизация траекторий полёта с учётом ограничений на массу топлива и время полёта.
6. Анализ результатов моделирования траектории полёта космического аппарата с двигателем малой тяги.
7. Выбор наилучшей траектории полёта для достижения цели миссии.
8. Разработка проектов миссий с двигателями малой тяги для исследования дальнего космоса.
9. Применение методов оптимизации для поиска наилучшей траектории полёта космического аппарата.
10. Влияние параметров траектории полёта на расход топлива и время работы двигателя.
11. Оценка точности достижения цели миссии после моделирования траектории полёта.
12. Проектирование миссий, связанных с использованием химических двигателей малой тяги.
13. Учёт ограничений на массу, время и другие параметры при выборе оптимальной траектории.
14. Моделирование траекторий полёта космических аппаратов с помощью современных программных средств.
15. Разработка детального плана полёта с расчётом расхода топлива и времени работы двигателя.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу	отлично	зачтено	86-100

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

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

Основная литература

1. Минашин, А. Г. Основы теории и проектирования жидкостных ракетных двигателей малой тяги. Часть 2 : учебное пособие / А. Г. Минашин, Б. Б. Петрикевич ; под. ред. Б. Б. Петрикевича. - Москва : Издательство МГТУ им. Баумана, 2015. - 48 с. - ISBN 978-5-7038-4015-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2160677>

Дополнительная литература

2. Иванов, Н. М. Баллистика и навигация космических аппаратов : учебник / Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. - 3-е изд. перераб. и доп. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2016. - 528 с. - ISBN 978-5-7038-4340-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1960950>

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, 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»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Бортовые источники энергии КА»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2024

Лист согласования

Составитель: Хартов Сергей Анатольевич, д.т.н., профессор кафедры 208 МАИ (НИУ)
Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от 7 марта 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 «Бортовые источники энергии КА».
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: «Бортовые источники энергии КА».

Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины «Бортовые источники энергии КА» — дать студентам знания и навыки, необходимые для понимания принципов работы, проектирования, эксплуатации и технического обслуживания бортовых источников энергии космических аппаратов.

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 Владеет знаниями свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.</i>	<i>ПК-3.1 Подбирает оборудование контроля и измерения параметров под необходимый материал. ПК-3.2 Решает задачи по расчету и моделированию свойств конструкционных материалов.</i>	Знать: различные типы бортовых источников энергии, такие как солнечные батареи, радиоизотопные термоэлектрические генераторы, химические источники тока и другие Уметь: проводить расчёты основных параметров бортовых источников энергии для заданных условий эксплуатации; Владеть: способностью читать и понимать техническую документацию, связанную с бортовыми источниками энергии, такую как технические описания, инструкции по эксплуатации, схемы и чертежи

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Бортовые источники энергии КА» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Структурное построение ЭСУ КА	Условия эксплуатации ЭСУ КА. Основные требования к ЭУКА. Структура и состав ЭУ. Виды теплообмена в агрегатах ЭСУ КА. Условия и средства отвода тепла в космосе.
2	Источники первичной энергии ЭУ КА	Внешние источники энергии Солнечная тепловая энергоустановка. Бортовые источники энергии. Химические источники энергии. Радиоизотопные источники теплоты. Конструкция ИТБ. Требования радиационной безопасности и экологические проблемы. Ядерные реакторы деления. Условия протекания стационарной самоподдерживающейся реакции деления. Конструктивные схемы ядерных реакторов. Требования радиационной безопасности и экологические проблемы
3	Преобразователи энергии ЭУ КА	Классификация типов преобразователей энергии Непосредственное преобразование первичной энергии в электрическую. Электрохимические генераторы (ЭХГ). Фотоэлектрический преобразователь (ФЭП). Солнечная батарея. Прямое преобразование тепловой энергии в электрическую Термоэлектрический преобразователь (ТЭП). Расчет параметров ТЭП и выбор материалов. Конструктивные схемы энергоустановки на базе ТЭП. Термоэлектрический преобразователь (ТЭП). Схемные решения ЭУ с ТЭП. Реактор-генератор на базе ТЭП. Сравнение параметров ЭУ с ТЭП и ТЭП. Энергоустановки на базе парожидкостных и газовых циклов. Цикл Ренкина. Одноконтурная и трехконтурная ПТУ. Цикл Брайтона. Схема ГТУ Сравнение параметров ЭУ с ПТУ и ГТУ. Области целесообразного применения различных типов ЭУ КА/

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: Условия эксплуатации ЭСУ КА

Основные требования к ЭУКА Структура и состав ЭУ

Описание: Основные параметры открытого космоса. Основные требования к агрегатам ЭУ КА и установки в целом. Влияние на требования характера баллистической задачи. Структура ЭУ КА и их классификация.

Тема 2: Виды теплообмена в агрегатах ЭСУ КА. Условия и средства отвода тепла в космосе

Описание: Термодинамический цикл Карно. Виды теплообмена в агрегатах ЭУ КА Условия и средства отвода тепла в космосе. Конструкция холодильника – излучателя.

Тема 3: Внешние источники энергии. Солнечная тепловая энергоустановка

Описание: Классификация внешних источников энергии. Использование солнечной энергии. Плотность солнечного излучения. Равновесная температура поверхности. Состав солнечной тепловой энергоустановки (СТЭУ). Концентраторы и теплообменники излучения. Конструктивные решения СТЭУ. Аккумуляторы энергии. Проблемы ориентации СТЭУ.

Тема 4: Бортовые источники энергии. Химические источники энергии.

Описание: Классификация источников энергии на борту КА. Химические источники энергии. Гальванические элементы и аккумуляторы. Химические источники тепловой энергии.

Тема 5: Радиоизотопные источники теплоты.

Описание: Закономерности радиоактивного распада. Альфа и бета распад. Расчет тепловой мощности изотопного теплового блока РИТ.

Тема 6: Конструкция ИТБ. Требования радиационной безопасности и экологические проблемы

Описание: Регулирование тепловой мощности РИТ. Требования радиационной безопасности и экологические проблемы при применении ИТБ

Тема 7: Ядерные реакторы деления. Условия протекания стационарной самоподдерживающейся реакции деления

Описание: Условия протекания стационарной самоподдерживающейся реакции деления урана 235. Носители энергии. Тепловой эффект реакции. Теплоотвод из активной зоны. Регулирование тепловой мощности

Тема 8: Конструктивные схемы ядерных реакторов. Требования радиационной безопасности и экологические

Описание: Реакторы на тепловых и быстрых нейтронах. Конструктивные схемы ядерных реакторов ЭУ КА. Тепловыделяющие элементы. Замедлитель, Отражатель. Состав ядерного топлива. Требования радиационной безопасности и экологические проблемы при использовании ядерных реакторов на КА. Целесообразные области использования различных источников энергии

Тема 9: Классификация типов преобразователей энергии

Непосредственное преобразование первичной энергии в электрическую

Описание: Классификация типов преобразователей энергии. Непосредственное преобразование первичной энергии в электрическую. Физические и химические процессы, протекающие в преобразователях

Тема 10: Электрохимические генераторы (ЭХГ)

Описание: Рабочий процесс в ЭХГ. Рабочие тела ЭХГ. Конструкция ЭХГ на примере водород-кислородной схемы. Материалы электродов. Фазовое состояние электролита. Основные параметры генератора. Использование регенеративных схем. Проблемы хранения криогенных компонентов

Тема 11: Фотоэлектрический преобразователь (ФЭП). Солнечная батарея

Описание: Параметры солнечного излучения. Спектральный состав. Зависимость интенсивности от расстояния от Солнца. Фотоэлектрический преобразователь (ФЭП). Принцип действия. Основные процессы в зоне контакта полупроводников. Материалы ФЭП. Зависимость параметров от условий эксплуатации. Солнечные батареи. Конструкция, способы коммутации и ориентации. Удельные параметры и КПД

Тема 12: Прямое преобразование тепловой энергии в электрическую
Термоэлектрический преобразователь (ТЭП)

Описание: Классификация прямых преобразование тепловой энергии в электрическую. Рабочий процесс в ТЭП. Эффекты Зеебека, Пельтье и Томсона. Металлические и полупроводниковые термоэлементы.

Тема 13: Расчет параметров ТЭП и выбор материалов. Конструктивные схемы энергоустановки на базе ТЭП

Описание: Расчет параметров ТЭП и выбор полупроводниковых материалов. Конструктивные схемы энергоустановки с ТЭП Каскадирование и сегментирование модулей. Синтез РИТ и ТЭП. Реактор генератор на базе ТЭП. Удельные параметры и КПД

Тема 14: Термоэлектрический преобразователь (ТЭП)

Описание: Процессы в вакуумном ТЭП. Уравнение Ричардсона. Условия работы вакуумного ТЭП. Режимы работы, роль цезия. Расчет параметров ТЭП. Классификация ТЭП. Геометрия электродов.

Тема 15: Схемные решения ЭУ с ТЭП. Реактор-генератор на базе ТЭП. Сравнение параметров ЭУ с ТЭП и ТЭП

Описание: Процессы в вакуумном ТЭП. Уравнение Ричардсона. Условия работы вакуумного ТЭП. Режимы работы, роль цезия. Расчет параметров ТЭП. Классификация ТЭП. Геометрия электродов

Тема 16: Энергоустановки на базе парожидкостных и газовых циклов. Цикл Ренкина. Одноконтурная и трех контурная ПТУ

Описание: Автономный ТЭП: установка зазора, подача цезия. Электрогенерирующие каналы и элементы. Реактор генератор на базе ТЭП. Удельные параметры и КПД. Сравнение параметров ЭУ с ТЭП и ТЭП

Тема 17: Цикл Брайтона. Схема ГТУ

Сравнение параметров ЭУ с ПТУ и ГТУ. Области целесообразного применения различных типов ЭУ КА

Описание: Цикл Брайтона. Рабочие тела и особенности конструкции ГТУ с ядерным реактором. Схема ГТУ. Роль рекуперации тепла. Удельные параметры и кпд. Сравнение удельных параметров и кпд ПТУ и ГТУ. Области целесообразного применения различных типов ЭУ КА.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1: Бортовые источники энергии. Химические источники энергии

Вопросы для обсуждения: Классификация источников энергии на борту КА. Химические источники энергии. Гальванические элементы и аккумуляторы. Химические источники тепловой энергии

Тема 2: Радиоизотопные источники теплоты

Вопросы для обсуждения: Закономерности радиоактивного распада. Альфа и бета распад. Расчет тепловой мощности изотопного теплового блока РИТ

Тема 3: Конструкция ИТБ. Требования радиационной безопасности и экологические проблемы

Вопросы для обсуждения: Регулирование тепловой мощности РИТ. Требования радиационной безопасности и экологические проблемы при применении ИТБ

Тема 4: Ядерные реакторы деления. Условия протекания стационарной самоподдерживающейся реакции деления.

Вопросы для обсуждения: Условия протекания стационарной самоподдерживающейся реакции деления урана 235. Носители энергии. Тепловой эффект реакции. Теплоотвод из активной зоны. Регулирование тепловой мощности

Тема 5: Конструктивные схемы ядерных реакторов. Требования радиационной безопасности и экологические проблемы

Вопросы для обсуждения: Реакторы на тепловых и быстрых нейтронах. Конструктивные схемы ядерных реакторов ЭУ КА. Тепловыделяющие элементы. Замедлитель, Отражатель. Состав ядерного топлива. Требования радиационной безопасности и экологические проблемы при использовании ядерных реакторов на КА. Целесообразные области использования различных источников энергии

Тема 6: Классификация типов преобразователей энергии

Вопросы для обсуждения: Классификация типов преобразователей энергии. Непосредственное преобразование первичной энергии в электрическую. Физические и химические процессы, протекающие в преобразователях

Тема 7: Электрохимические генераторы (ЭХГ)

Вопросы для обсуждения: Рабочий процесс в ЭХГ. Рабочие тела ЭХГ. Конструкция ЭХГ на примере водород-кислородной схемы. Материалы электродов. Фазовое состояние электролита. Основные параметры генератора. Использование регенеративных схем. Проблемы хранения криогенных компонентов

Тема 8: Фотоэлектрический преобразователь (ФЭП). Солнечная батарея

Вопросы для обсуждения:

Параметры солнечного излучения. Спектральный состав. Зависимость интенсивности от расстояния от Солнца. Фотоэлектрический преобразователь (ФЭП). Принцип действия. Основные процессы в зоне контакта полупроводников. Материалы ФЭП. Зависимость параметров от условий эксплуатации. Солнечные батареи. Конструкция, способы коммутации и ориентации. Удельные параметры и КПД

Тема 9: Прямое преобразование тепловой энергии в электрическую
Термоэлектрический преобразователь (ТЭП)

Вопросы для обсуждения: Классификация прямых преобразование тепловой энергии в электрическую. Рабочий процесс в ТЭП. Эффекты Зеебека, Пельтье и Томсона. Металлические и полупроводниковые термоэлементы.

Тема 10: Расчет параметров ТЭП и выбор материалов. Конструктивные схемы энергоустановки на базе ТЭП

Вопросы для обсуждения: Расчет параметров ТЭП и выбор полупроводниковых материалов. Конструктивные схемы энергоустановки с ТЭП
Каскадирование и сегментирование модулей. Синтез РИТ и ТЭП.
Реактор генератор на базе ТЭП. Удельные параметры и КПД

Тема 11: Термоэлектрический преобразователь

Вопросы для обсуждения: Процессы в вакуумном ТЭП. Уравнение Ричардсона. Условия работы вакуумного ТЭП. Режимы работы, роль цезия. Расчет параметров ТЭП. Классификация ТЭП. Геометрия электродов

Тема 12: Схемные решения ЭУ с ТЭП. Реактор-генератор на базе ТЭП. Сравнение параметров ЭУ с ТЭП и ТЭП

Вопросы для обсуждения: Процессы в вакуумном ТЭП. Уравнение Ричардсона. Условия работы вакуумного ТЭП. Режимы работы, роль цезия. Расчет параметров ТЭП. Классификация ТЭП. Геометрия электродов

Тема 13: Энергоустановки на базе парожидкостных и газовых циклов. Цикл Ренкина. Одноконтурная и трех контурная ПТУ

Вопросы для обсуждения: Автономный ТЭП: установка зазора, подача цезия. Электрогенерирующие каналы и элементы. Реактор генератор на базе ТЭП. Удельные параметры и КПД. Сравнение параметров ЭУ с ТЭП и ТЭП

Тема 14: Цикл Брайтона. Схема ГТУ

Сравнение параметров ЭУ с ПТУ и ГТУ. Области целесообразного применения различных типов ЭУ КА

Вопросы для обсуждения: Цикл Брайтона. Рабочие тела и особенности конструкции ГТУ с ядерным реактором. Схема ГТУ. Роль рекуперации тепла. Удельные параметры и КПД. Сравнение удельных параметров и КПД ПТУ и ГТУ. Области целесообразного применения различных типов ЭУ КА

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Основные параметры открытого космоса. Основные требования к агрегатам ЭУ КА и установки в целом. Влияние на требования характера баллистической задачи. Структура ЭУ КА и их классификация. Термодинамический цикл Карно. Классификация источников энергии на борту КА. Реакторы на тепловых и быстрых нейтронах. Рабочий процесс в ЭХГ. Рабочие тела ЭХГ.

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и

ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Рабочий процесс в ТЭЛП. Реактор генератор на базе ТЭЛП. Удельные параметры и КПД. Области целесообразного применения различных типов ЭУ КА.

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	Структурное построение ЭСУ КА	ПК-3	Опрос
2	Источники первичной энергии ЭУ КА	ПК-3	Опрос
3	Преобразователи энергии ЭУ КА	ПК-3	Опрос

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

1. *Какие основные элементы входят в состав ЭСУ (электро-системы управления) космического аппарата?*
2. *Что такое источники первичной энергии?*
3. *Какие виды источников первичной энергии используются на космических аппаратах?*
4. *Что такое ЭУ (энергетическая установка) космического аппарата?*
5. *Какие функции выполняют преобразователи энергии в ЭУ космического аппарата?*
6. *Какие типы преобразователей энергии используются в ЭУ космических аппаратов?*
7. *Что такое регуляторы напряжения в ЭУ?*
8. *Как осуществляется управление работой ЭУ с помощью системы управления?*
9. *Какие параметры необходимо учитывать при проектировании ЭУ для конкретного космического аппарата?*
10. *Какие материалы используются при создании ЭУ космических аппаратов?*
11. *Каковы основные преимущества и недостатки различных типов источников первичной энергии для космических миссий?*
12. *В чём заключается принцип работы солнечных батарей как источника первичной энергии для ЭУ космических аппаратов?*
13. *Как работают химические источники тока в качестве источника первичной энергии для ЭУ космических аппаратов?*
14. *Какие факторы влияют на выбор типа источника первичной энергии для конкретной космической миссии?*
15. *Каковы особенности конструкции и эксплуатации радиоизотопных термоэлектрических генераторов как источников первичной энергии для ЭУ космических аппаратов?*

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Как происходит процесс преобразования одного вида энергии в другой в ЭУ космических аппаратов?
2. Какие методы используются для повышения эффективности работы ЭУ космических аппаратов?
3. Какие проблемы возникают при использовании ядерных реакторов в качестве источников первичной энергии для ЭУ космических аппаратов?
4. Какие перспективы развития ЭУ космических аппаратов связаны с использованием новых материалов и технологий?
5. Какие требования предъявляются к преобразователям энергии в составе ЭУ космических аппаратов?
6. Как осуществляется регулирование напряжения и тока в системе электропитания космических аппаратов?
7. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при работе с ЭУ космических аппаратов?
8. Какие преимущества имеют солнечные батареи перед другими источниками первичной энергии для ЭУ космических аппаратов?
9. Как работает система управления ЭУ космических аппаратов и какие задачи она решает?
10. Какие параметры должны быть учтены при выборе типа преобразователя энергии для ЭУ конкретного космического аппарата?
11. Каковы принципы работы химических источников тока и их применение в ЭУ космических аппаратов?
12. Какие особенности имеют радиоизотопные источники энергии?

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать,	хорошо		71-85

	широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература:

1. Зимин, В. Н. Механика трансформируемых крупногабаритных космических конструкций. Часть 1. Солнечные батареи космических аппаратов : учебное пособие / В. Н. Зимин, С. В. Борзых. - Москва : Изд-во МГТУ им. Баумана, 2012. - 72 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2160693>
2. Основы компоновки бортового оборудования пилотируемых космических аппаратов : учебное пособие / А. В. Туманов, В. В. Зеленцов, Н. Л. Павлов, Г. А. Щеглов ; под ред. Г. А. Щеглова. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2020. - 760 с. (Вооружение и военная техника). - ISBN 978-5-7038-5134-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1965790>
3. Резник, С. В. Определение характеристик теплопереноса материалов тепловой защиты многоразовых космических аппаратов по результатам тепловых испытаний : учебное пособие / С. В. Резник, С. В. Резник. - Москва : Издательство МГТУ им. Баумана, 2015. - 90 с. - ISBN 978-5-7038-4350-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2160683>

Дополнительная литература

1. Васильев Ю.Б. Методические разработки к практическим занятиям по курсу "Энергетические установки". МАИ, 1992. - 60 с.

2. Васильев Ю.Б. Основы рабочих процессов солнечных и электрохимических энергоустановок. МАИ, 1999. - 91 с.

1. Григорьян В.Г., Евдокимов К.В. Энергоустановки космических аппаратов. - М.: МАИ, 2007.

3. Квасников Л.А., Латышев Л.А., Пономарев Степной .Н.Н., Севрук С.Д., Тихонов В.Б. Теория и расчет энергосиловых установок космических летательных аппаратов. - М.: МАИ, 2001.

4. Лабораторные работы по курсу «Энергоустановки ЛА/ учебное пособие. - М.: МАИ, 1987

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, 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»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Динамика и прочность деталей и узлов двигательных установок КА»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

**Профиль: «Физические процессы в космических двигательных
установках»**

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Лист согласования

Составитель: Хартов Сергей Анатольевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры 208 МАИ (НИУ)

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от 7 марта 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 «Динамика и прочность деталей и узлов двигательных установок КА».
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: «Динамика и прочность деталей и узлов двигательных установок КА».

Цель дисциплины

Цель дисциплины «Динамика и прочность деталей и узлов двигательных установок КА» — дать студентам знания, умения и навыки, необходимые для понимания принципов работы, проектирования, эксплуатации и технического обслуживания двигательных установок космических аппаратов (КА).

В рамках этой дисциплины студенты изучают методы расчёта динамических нагрузок, действующих на детали и узлы двигательных установок, а также методы обеспечения их прочности и надёжности. Они также знакомятся с современными тенденциями развития двигательных установок и перспективными направлениями исследований и разработок в этой области.

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 читать конструкторскую документацию на изделия и работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.</p>	<p><i>ПК-2.1</i> Использует на практике специализированный язык конструкторской документации. <i>ПК-2.2</i> Использует методы численного моделирования при разработке различных инженерных систем. <i>ПК-2.3</i> Демонстрирует базовые знания различных систем и программ моделирования конструкционных материалов.</p>	<p>Знать: методики расчета надежности деталей, узлов, модулей энергосиловых установок КА Уметь: находить компромиссные решения при проектировании деталей, узлов, модулей энергосиловых установок КА с учетом их прочности. Владеть навыками: чтения и понимания технической документации, связанной с динамикой и прочностью двигательных установок; проведения расчётов динамических нагрузок с использованием современных методов и средств;</p>
<p><i>ПК-3</i> Владеет знаниями свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.</p>	<p><i>ПК-3.1</i> Подбирает оборудование контроля и измерения параметров под необходимый материал. <i>ПК-3.2</i> Решает задачи по расчету и моделированию свойств конструкционных материалов.</p>	<p>Знать: принципы работы и основные характеристики двигательных установок различных типов; методы расчёта динамических нагрузок; методы обеспечения прочности и надёжности деталей и узлов. Уметь: проводить расчёты динамических нагрузок на основе заданных условий эксплуатации; выбирать оптимальные материалы и конструкции деталей и узлов с учётом требований к прочности и надёжности; Владеть навыками: экспериментального исследования динамики и прочности с применением современного оборудования;</p>

		самостоятельного изучения новых материалов и технологий в области динамики и прочности двигательных установок.
--	--	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Динамика и прочность деталей и узлов двигательных установок КА» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Основные понятия и определения динамики и прочности</i>	Значение динамики и прочности конструкций деталей и узлов двигательных установок КА, напряжено деформированное состояние элементов конструкций. Запасы прочности долговечности и ресурс. Нагрузки, действующие на элементы конструкций деталей и узлов двигательных установок КА и формирование расчетных схем.
2	<i>Модели прочностной надежности</i>	Модели материалов - модель упругости, модель пластичности,

		модель ползучести, модель не металлического материала
3	<i>Методы анализа прочностной надежности типовых пластинчатых и оболочечных конструкций деталей и узлов двигательных установок</i>	Методы анализа прочностной надежности типовых пластинчатых и оболочечных конструкций деталей и узлов двигательных установок КА. Оценка прочности оболочечных конструкций деталей и узлов двигательных установок КА. Устойчивость оболочечных пластинчатых конструкций. Напряженно деформированное состояние пластин при различных видах нагружения. Методика расчета прочности оболочки.
4	<i>Математические методы анализа статической прочности типовых элементов конструкций двигательных установок</i>	Современные компьютерные системы расчета статической прочности типовых элементов конструкций деталей и узлов двигательных установок КА. Применение методов конечных элементов к анализу статической прочности типовых конструкций деталей и узлов двигательных установок КА.
5	<i>Экспериментальные методы анализа статической прочности типовых элементов конструкций двигательных установок</i>	Экспериментальные методы определения напряженно-деформированного состояния конструкции: тензометрии, фотоупругости. Методы тензометрирования конструкций.
6	<i>Динамика типовых пластинчатых и оболочечных конструкций двигательных установок</i>	Колебание оболочечных и пластинчатых конструкций деталей и узлов двигательных установок КА. Виды и формы колебаний. Колебание пластических элементов конструкций.
7	<i>Математические методы анализа динамической прочности типовых элементов конструкций двигательных установок</i>	Метод начальных параметров. Методы расчета динамической прочности типовых элементов методом начальных параметров

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: Значение динамики и прочности конструкций деталей и узлов двигательных установок КА, напряжено деформированное состояние элементов конструкций. Запасы прочности долговечности и ресурс.

Тема 2: Нагрузки, действующие на элементы конструкций деталей и узлов двигательных установок КА и формирование расчетных.

Тема 3: Модели материалов - модель упругости, модель пластичности, модель ползучести, модель не металлического материала.

Тема 4: Оценка прочности оболочечных конструкций деталей и узлов двигательных

установок КА. Устойчивость оболочечных пластинчатых конструкций.

Тема 5: Напряженно деформированное состояние пластин при различных видах нагружения.

Тема 6: Методика расчета прочности оболочки.

Тема 7: Современные компьютерные системы расчета статической прочности типовых элементов конструкций деталей и узлов двигательных установок КА.

Тема 8: Применение методов конечных элементов к анализу статической прочности типовых конструкций деталей и узлов двигательных

Тема 9: Экспериментальные методы определения напряженно-деформированного состояния конструкции: тензометрии, фотоупругости.

Тема 10: Методы тензометрирования конструкций.

Тема 11: Колебание оболочечных и пластинчатых конструкций деталей и узлов двигательных установок КА.

Тема 12: Колебание пластических элементов конструкций.

Тема 13: Современные компьютерные системы, расчеты динамической прочности типовых элементов деталей и узлов двигательных

Тема 14: Метод начальных параметров

Тема 15: Методы расчета динамической прочности типовых элементов методом начальных параметров

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1: Модели материалов - модель упругости, модель пластичности

Тема 2: Модели материалов - модель ползучести, модель не металлического материала

Тема 3: Методы анализа прочностной надежности типовых пластинчатых и оболочечных конструкций деталей и узлов двигательных установок КА

Тема 4: Оценка прочности оболочечных конструкций деталей и узлов двигательных установок КА. Устойчивость оболочечных пластинчатых конструкций.

Тема 5: Напряженно деформированное состояние пластин при различных видах нагружения.

Тема 6: Методика расчета прочности оболочки

Тема 7: Современные компьютерные системы расчета статической прочности типовых элементов конструкций деталей и узлов двигательных установок КА.

Тема 8: Применение методов конечных элементов к анализу статической прочности типовых конструкций деталей и узлов двигательных установок КА

Тема 9: Экспериментальные методы определения напряженно-деформированного состояния конструкции: тензометрии, фотоупругости.

Тема 10: Методы тензометрирования конструкций

Тема 11: Колебание оболочечных и пластинчатых конструкций деталей и узлов двигательных установок КА. Виды и формы колебаний.

Тема 12: Колебание пластических элементов конструкций

Тема 13: Современные компьютерные системы, расчеты динамической прочности типовых элементов деталей и узлов двигательных установок КА

Тема 14: Метод начальных параметров

Тема 15: Методы расчета динамической прочности типовых элементов методом начальных параметров

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Методика расчета прочности оболочки. Методы тензометрирования конструкций. Колебание пластических элементов конструкций.

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Методика расчета прочности оболочки. Методы тензометрирования конструкций. Колебание пластических элементов конструкций.

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>Основные понятия и определения динамики и прочности</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
2	<i>Модели прочностной надежности</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
3	<i>Методы анализа прочностной надежности типовых пластинчатых и оболочечных конструкций деталей и узлов двигательных установок</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
4	<i>Математические методы анализа статической прочности типовых элементов конструкций двигательных установок</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
5	<i>Экспериментальные методы анализа статической прочности типовых элементов конструкций двигательных установок</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
6	<i>Динамика типовых пластинчатых и оболочечных конструкций двигательных установок</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
7	<i>Математические методы анализа динамической прочности типовых элементов конструкций</i>	<i>ПК-2; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>

	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
			текущий контроль по дисциплине
	двигательных установок		

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 понятия и определения используются в динамике и прочности?
2. Что такое прочность и надёжность конструкции?
3. Какие факторы влияют на прочность и надёжность деталей и узлов?
4. Какие модели прочностной надёжности существуют?
5. В чём заключается метод конечных элементов?
6. Как проводится анализ прочностной надёжности с использованием метода конечных элементов?
7. Какие типы пластинчатых и оболочечных конструкций используются в деталях и узлах двигательных установок?
8. Какие методы анализа прочностной надёжности применяются для типовых пластинчатых и оболочечных конструкций?
9. Какие математические методы используются для анализа статической прочности?
10. В чём состоит метод расчёта на прочность по допускаемым напряжениям?

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Как проводится расчёт на прочность при изгибе?
2. Какие экспериментальные методы применяются для анализа статической прочности?
3. В чём заключаются испытания на растяжение, сжатие и изгиб?
4. Как проводятся испытания на усталость?
5. Какие виды испытаний на ударную вязкость существуют?
6. Какие динамические нагрузки действуют на детали и узлы двигательных установок?
7. В чём заключается динамика типовых пластинчатых и оболочечных конструкций?
8. Какие математические методы применяются для анализа динамической прочности?
9. В чём суть метода расчёта на колебания?
10. Как проводится расчёт собственных частот и форм колебаний?
11. Какие особенности имеют расчёты на устойчивость?
12. В чём состоят испытания на вибропрочность?
13. Как проводятся исследования на ударные нагрузки?
14. Какие требования предъявляются к материалам деталей и узлов для обеспечения прочности, и надёжности?
15. Как осуществляется выбор материалов с учётом условий эксплуатации?
16. В чём особенности проектирования деталей и узлов с учётом требований прочности и надёжности?
17. Как проводятся расчёты на прочность с использованием современных методов и средств?
18. В чём преимущества и недостатки экспериментальных методов анализа прочности?

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования)	Пятибалльная шкала (академиче	Двухбалльная	БРС, % освоения

		компетенции, критерии оценки сформированности)	ская) оценка	шкала, зачет	(рейтинговая оценка)
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

Серазутдинов, М. Н. Прочность, устойчивость стержней и стержневых систем : учебно-методическое пособие / М. Н. Серазутдинов ; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. - Казань : Изд-во КНИТУ, 2022. - 92 с. - ISBN 978-5-7882-3120-4. - Текст :

электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2069245>

Макушев, Ю. П. Динамика двигателей внутреннего сгорания : учебно-методическое пособие / Ю. П. Макушев. - Омск : СиБАДИ, 2022. - 56 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2111378>

Порошин, В. Б. Прочность элементов конструкций при однократном и циклическом нагружении : учебник / В. Б. Порошин. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 360 с. - ISBN 978-5-9729-0861-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1902589>

Дополнительная литература

1. Биргер И.А., Шорр Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин: Справочник/ 4-е изд.- М., Машиностроение, 1993.- 640с.
2. Петухов А.Н., Равикович Ю.А. Конструкционная прочность металлических материалов и основных деталей ГТД: учебное пособие, издательство МАИ,М., 2013.
3. Хронин Д.В. Теория и расчет колебаний в двигателях летательных аппаратов: Учебник для авиационных вузов и факультетов/ М., Машиностроение, 1970- 412 с.
4. Оболенский Е.П., Сахаров Б.И., Сибиряков В.А. Прочность летательных аппаратов и их агрегатов: Учебник для студентов авиационных специальностей вузов/ Под ред. И.Ф. Образцова.- М., Машиностроение, 1995.- 504 с.
5. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости/ Пер. с англ.- 2-е изд.- М, Наука, 560с.
6. Гуров А.Ф., Севрук Д.Д., Сурнов Д.Н. Конструкция и проектирование двигателных установок: учебное пособие, издательство Машиностроение,М., 1980.

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, 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»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Информационные системы автоматизированных производств»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Лист согласования

Составители:

Гриценко К.А., к.ф.-м.н., научный сотрудник БФУ им. И. Канта.

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от «7» марта 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 «Информационные системы автоматизированных производств»
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 результатов освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4 Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
- 9 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
- 10 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
- 11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
- 12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Информационные системы автоматизированных производств».

Цель изучения дисциплины "Информационные системы автоматизированных производств" заключается в освоении студентами знаний и навыков, необходимых для разработки, внедрения и управления информационными системами в автоматизированных производственных предприятиях.

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

Код и Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-3. Способен прогнозировать применимость результатов научной и профессиональной деятельности и использовать знания и методы из области физико-математических наук в различных задачах с учетом комплексного подхода.	ОПК-3.1. Проводит анализ результатов научных исследований и профессиональной деятельности в области физики и математики ОПК-3.2. Участвует в научно-исследовательских дискуссиях о передовых методах и технологиях в своей области. ОПК-3.3. Описывает результаты научных исследований и профессиональной деятельности с использованием подходов из различных областей науки и сфер профессиональной деятельности.	Знать: основные принципы и концепции информационных систем в автоматизированных производствах. Уметь: решать практические задачи в области информационных систем автоматизированных производств и их применения на предприятиях различных отраслей. Владеть: навыками управления информационными системами, включая планирование, внедрение, обновление и поддержку систем.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Информационные системы автоматизированных производств» представляет собой дисциплину факультативной части.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

аудиторной работы (лекции/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 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.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Основы информационных систем в автоматизированных производствах</i>	<i>Основные принципы и концепции, связанные с использованием информационных систем в автоматизированных производствах.</i>
2	<i>Методы и техники разработки информационных систем в автоматизированных производствах</i>	<i>Подходы к разработке информационных систем. Моделирование процессов при разработке информационных систем в автоматизированных производствах. Анализ требований при разработке информационных систем в автоматизированных производствах.</i>
3	<i>Технологии и инструменты, используемые в информационных системах автоматизированных производств</i>	<i>Технологии сбора и обработки данных. Инструменты визуализации и анализа данных. Технологии обеспечения безопасности и защиты данных.</i>
4	<i>Анализ и проектирование информационных систем в автоматизированных производствах</i>	<i>Методы и техники анализа данных. Этапы проектирования информационных систем. Методы и инструменты анализа требований и моделирования информационных систем.</i>
5	<i>Роль информационных систем в оптимизации производственных процессов</i>	<i>Сбор и анализ данных. Автоматизация процессов. Прогнозирование и планирование. Принятие решений.</i>

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

1. Основы информационных систем в автоматизированных производствах
2. Методы и техники разработки информационных систем в автоматизированных производствах
3. Технологии и инструменты, используемые в информационных системах автоматизированных производств
4. Анализ и проектирование информационных систем в автоматизированных производствах
5. Роль информационных систем в оптимизации производственных процессов

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

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

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации 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>Основы информационных систем в автоматизированных производствах</i>	ОПК-3	<i>Опрос</i>
<i>Методы и техники разработки информационных систем в автоматизированных производствах</i>	ОПК-3	<i>Опрос</i>
<i>Технологии и инструменты, используемые в информационных системах автоматизированных производств</i>	ОПК-3	<i>Опрос</i>
<i>Анализ и проектирование информационных систем в автоматизированных производствах</i>	ОПК-3	<i>Опрос</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Роль информационных систем в оптимизации производственных процессов</i>	ОПК-3	<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. Какие информационные системы используются в вашем автоматизированном производстве?*
- 2. Какую роль играют информационные системы в повышении эффективности производства?*
- 3. Какова основная цель внедрения информационных систем в автоматизированное производство?*
- 4. Какие преимущества вы видите в использовании информационных систем в производственных процессах?*
- 5. Какие основные задачи решают информационные системы в вашем производстве?*
- 6. Считаете ли вы, что информационные системы способны улучшить решение проблем качества и контроля производства?*
- 7. Какова роль информационных систем в сокращении времени цикла производства?*
- 8. Каким образом информационные системы способствуют оптимизации использования ресурсов в производстве?*
- 9. Какие трудности могут возникнуть при внедрении и использовании информационных систем в автоматизированном производстве?*
- 10. По вашему мнению, будет ли возрасти роль информационных систем в автоматизированном производстве в будущем?*

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

- 1. Какие методы анализа данных применяются при проектировании информационных систем в автоматизированных производствах?*
- 2. Какие этапы включает проектирование информационных систем для оптимизации производственных процессов?*
- 3. Какие методы и инструменты используются при анализе требований и моделировании информационных систем в автоматизированных производствах?*
- 4. Какая роль информационных систем в оптимизации производственных процессов?*
- 5. Какие основные показатели эффективности производства могут быть определены с помощью статистического анализа?*
- 6. Какие методы машинного обучения и искусственного интеллекта используются при проектировании информационных систем в автоматизированных производствах?*
- 7. Какие преимущества автоматизации процессов с помощью информационных систем?*
- 8. Какие методы моделирования используются при проектировании информационных систем в автоматизированных производствах?*
- 9. Какие методы анализа данных могут быть применены для выявления закономерностей и прогнозирования производственных процессов?*
- 10. Какие методы сбора данных используются в информационных системах?*

автоматизированных производств?

11. Какие задачи могут быть решены с помощью прогнозирования спроса с использованием информационных систем?

12. Какие задачи могут быть решены с помощью оптимизации производственных процессов с использованием информационных систем?

13. Какие задачи могут быть решены с помощью принятия решений на основе данных с использованием информационных систем?

14. Какие преимущества применения информационных систем в оптимизации производственных процессов?

15. Какие вызовы и проблемы могут возникнуть при проектировании и внедрении информационных систем в автоматизированных производствах?

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. Информационные системы управления качеством в автоматизированных и автоматических производствах : учебное пособие / А.Л. Галиновский, С.В. Бочкарев, И.Н. Кравченко [и др.] ; под ред. А.Л. Галиновского. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 284 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook_5af03c5f781ea2.32722191. - ISBN 978-5-16-013582-3. <https://znanium.ru/catalog/document?id=373964>

2. Информационные системы управления качеством в автоматизированных и автоматических производствах : учебное пособие / А.Л. Галиновский, С.В. Бочкарев, И.Н. Кравченко [и др.] ; под ред. А.Л. Галиновского. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 284 с. <https://znanium.ru/catalog/document?id=353085>

Дополнительная литература:

Информационные системы и цифровые технологии : учебное пособие. Часть 2 / под общ. ред. проф. В.В. Трофимова и В.И. Кияева. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 270 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-109771-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1786660> (дата обращения: 10.08.2023). — 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, 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»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Ионно-плазменные технологии при производстве деталей и узлов двигателей КА»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2024

Лист согласования

Составитель: Кристина Александровна Гриценко, к.ф.-м.н., научный сотрудник НОЦ «Умные материалы и биомедицинские приложения» БФУ им. И. Канта, Директор ВШ Нанотехнологий и инженерии; Кулик Арина Дмитриевна, ассистент, руководитель образовательных программ БФУ им. И. Канта, инженер-конструктор АО «ОКБ Факел».
Протокол № 15 от «7» марта 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 «Ионно-плазменные технологии при производстве деталей и узлов двигателей КА».
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: «Ионно-плазменные технологии при производстве деталей и узлов двигателей КА».

Цель дисциплины

Знакомство, изучение и получение базовых навыков использования различных ионно-плазменных методов, пригодных для создания деталей и узлов двигателей.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-1 Способен разрабатывать конструкторскую документацию, 3D-модели конструкций образцов изделий с заданными характеристиками, с учётом требований технологичности.</i>	<i>ПК-1.1 Решает задачи из области теории конструкторских материалов. ПК-1.2 Использует САД-программы при разработке 3D-моделей. ПК-1.3 Подбирает необходимые технологические параметры при разработке моделей изделий под заданные характеристики.</i>	<i>Знать: основные процессы и реакции, происходящие при использовании ионно-плазменных технологий. Уметь: применять ионно-плазменные технологии в производстве деталей и узлов двигателей космических аппаратов. Владеть: навыками работы с соответствующим оборудованием и программным обеспечением.</i>
<i>ПК-2 Способен читать конструкторскую документацию на изделия и работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.</i>	<i>ПК-2.1 Использует на практике специализированный язык конструкторской документации. ПК-2.2 Использует методы численного моделирования при разработке различных инженерных систем. ПК-2.3 Демонстрирует базовые знания различных систем и программ моделирования конструкторских материалов.</i>	<i>Знать: нормы разработки конструкторской документации на изделия. Уметь: выбирать оптимальные технологические процессы для производства деталей и узлов двигателей космических аппаратов. Владеть: навыками разработки и выбора оптимальных технологических процессов для производства деталей и узлов двигателей космических аппаратов.</i>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Ионно-плазменные технологии при производстве деталей и узлов двигателей КА» 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>Процессы травления и осаждения тонких пленок</i>	<i>Методы обработки и нанесения тонких пленок на различные поверхности. Процессы химического и физического травления, методы осаждения пленок с применением различных техник, таких как физическое осаждение из паров (PVD), химическое осаждение из газов (CVD) и многослойное осаждение. Взаимодействие тонких пленок с поверхностью. Адгезия, механическая прочность.</i>
2	<i>Проблемы получения химически чистой поверхности</i>	<i>Выбор методов очистки, эффективность удаления загрязнений, влияние процессов очистки на саму поверхность, экологические аспекты и безопасность процессов. Химические реакции, физические свойства материалов и технические параметры процессов очистки.</i>

3	<i>Возможности ионного синтеза и кристаллизации пленок при различных условиях ионного воздействия на поверхность обрабатываемого материала</i>	<i>Процессы ионного синтеза и кристаллизации пленок на поверхности материала под воздействием ионов. Условия ионного воздействия, такие как энергия ионов, угол падения ионного пучка, температура образца и давление газа на поверхности.</i>
4	<i>Особенности ионно-плазменного напыления</i>	<i>Виды оборудования. Установки периодического и непрерывного действия. Системы и узлы плазменно-ионных установок. Образование вакуумного пространства. Контроль процесса напыления и плёночных свойств.</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 *Процессы травления и осаждения тонких пленок*
- 2 *Проблемы получения химически чистой поверхности*
- 3 *Возможности ионного синтеза и кристаллизации пленок при различных условиях ионного воздействия на поверхность обрабатываемого материала*
- 4 *Особенности ионно-плазменного напыления*

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Например,

- 1 *Процессы травления и осаждения тонких пленок*
- 2 *Проблемы получения химически чистой поверхности*
- 3 *Возможности ионного синтеза и кристаллизации пленок при различных условиях ионного воздействия на поверхность обрабатываемого материала*
- 4 *Особенности ионно-плазменного напыления*

Требования к самостоятельной работе студентов

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

- 1 *Процессы травления и осаждения тонких пленок*
- 2 *Проблемы получения химически чистой поверхности*
- 3 *Возможности ионного синтеза и кристаллизации пленок при различных условиях ионного воздействия на поверхность обрабатываемого материала*
- 4 *Особенности ионно-плазменного напыления*

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

- 1 *Процессы травления и осаждения тонких пленок*
- 2 *Проблемы получения химически чистой поверхности*

- 3 Возможности ионного синтеза и кристаллизации пленок при различных условиях ионного воздействия на поверхность обрабатываемого материала
- 4 Особенности ионно-плазменного напыления

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

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

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных

работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

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

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

	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
			текущий контроль по дисциплине
1	<i>Процессы травления и осаждения тонких пленок</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
2	<i>Проблемы получения химически чистой поверхности</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
3	<i>Возможности ионного синтеза и кристаллизации пленок при различных условиях ионного воздействия на поверхность обрабатываемого материала</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
4	<i>Особенности ионно-плазменного напыления</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>

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

- 1. Какие физико-химические процессы происходят во время травления тонких пленок?*
- 2. Какие методы используются для осаждения тонких пленок?*
- 3. Какие факторы влияют на качество и равномерность тонких пленок в процессе осаждения?*
- 4. Каковы основные проблемы, связанные с получением химически чистой поверхности материалов?*
- 5. Какие методы и технологии применяются для очистки поверхности материалов от примесей и загрязнений?*
- 6. Как ионы воздействуют на процессы синтеза и кристаллизации пленок?*
- 7. В чем заключаются преимущества и недостатки различных условий ионного воздействия на поверхность материала при синтезе пленок?*
- 8. Какие методы измерения эффективности ионного синтеза и кристаллизации пленок существуют?*
- 9. Какие особенности и преимущества ионно-плазменного напыления по сравнению с другими методами нанесения покрытий?*

10. Какие виды материалов могут быть нанесены с использованием ионно-плазменного напыления?

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Каковы основные физико-химические процессы, лежащие в основе ионно-плазменного напыления?
2. Какие параметры процесса ионно-плазменного напыления необходимо контролировать для достижения оптимальных результатов?
3. Какие методы анализа качества пленок могут использоваться после ионно-плазменного напыления?
4. Каковы основные технические трудности и особенности, возникающие при ионно-плазменном напылении на различных типах поверхностей?
5. Какие методы и технологии используются для контроля и регулирования процессов травления и осаждения тонких пленок?
6. Какие инструменты и оборудование необходимы для проведения процессов получения химически чистой поверхности?
7. Какие методы анализа используются для оценки качества химически чистой поверхности материалов?
8. Какие факторы могут влиять на эффективность ионного синтеза и кристаллизации пленок?
9. Какие принципы подбора параметров и условий работы применяются при ионно-плазменном напылении?
10. Какие технологические новшества существуют в области процессов травления и осаждения тонких пленок?

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</i> <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	<i>Включает</i> <i>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

- Кузнецов, Г. Д. Ионно-плазменная обработка металлов : курс лекций / Г. Д. Кузнецов, А. Р. Кушхов. - Москва : Изд. Дом МИСиС, 2008. - 180 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1245912>

Дополнительная литература

- Чердниченко, В. С. Плазменные электротехнологические установки : учебное пособие / В. С. Чердниченко, А. С. Аньшаков, М. Г. Кузьмин ; под ред. В. С. Чердниченко. — 2-е изд., доп. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 601 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-013628-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/946118>

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, 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

«Математическое моделирование процессов в двигателе КА»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2024

Лист согласования

Составитель: Хартов Сергей Анатольевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры 208 МАИ (НИУ)
Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от 7 марта 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 «Математическое моделирование процессов в двигателе КА».
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: «Математическое моделирование процессов в двигателе КА».

Цель дисциплины

Формирование у студентов понимания и навыков применения математических методов для анализа, прогнозирования и оптимизации работы двигателей космических аппаратов.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p><i>ПК-1</i></p> <p>Способен разрабатывать конструкторскую документацию, 3D-модели конструкций образцов изделий с заданными характеристиками, с учётом требований технологичности.</p>	<p><i>ПК-1.1</i> Решает задачи из области теории конструкционных материалов.</p> <p><i>ПК-1.2</i> Использует САD-программы при разработке 3D-моделей.</p> <p><i>ПК-1.3</i> Подбирает необходимые технологические параметры при разработке моделей изделий под заданные характеристики.</p>	<p>Знать: основные понятия и принципы математического моделирования; методы построения математических моделей для описания процессов в двигателях космических аппаратов;</p> <p>Уметь: формулировать задачи математического моделирования для исследования процессов в двигателях КА; выбирать и применять соответствующие математические методы для решения поставленных задач;</p> <p>Владеть: навыками построения и анализа математических моделей; методами численного решения уравнений и систем уравнений, описывающих процессы в двигателях КА;</p>
<p><i>ПК-2</i></p> <p>Способен читать конструкторскую документацию на изделия и работать с 3D-моделями, созданными в САD-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.</p>	<p><i>ПК-2.1</i> Использует на практике специализированный язык конструкторской документации.</p> <p><i>ПК-2.2</i> Использует методы численного моделирования при разработке различных инженерных систем.</p> <p><i>ПК-2.3</i> Демонстрирует базовые знания различных систем и программ моделирования</p>	<p>Знать: особенности применения математических методов для решения задач, связанных с моделированием процессов в двигателях КА;</p> <p>Уметь: проводить анализ результатов математического моделирования и делать выводы о свойствах исследуемых процессов;</p> <p>Владеть: способностью к самостоятельному поиску и анализу информации, необходимой для построения и исследования математических моделей;</p>

	<i>конструкционных материалов.</i>	
<i>ПК-3 Владеет знаниями свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.</i>	<i>ПК-3.1 Подбирает оборудование контроля и измерения параметров под необходимый материал. ПК-3.2 Решает задачи по расчету и моделированию свойств конструкционных материалов.</i>	Знать: современные программные средства для проведения математического моделирования процессов в двигателях КА. Уметь: использовать современные программные инструменты для создания и анализа математических моделей процессов в двигателях КА. Владеть: опытом использования современных программных средств для математического моделирования.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическое моделирование процессов в двигателе КА» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Основные подходы к моделированию плазмы	Кинетическое моделирование, гидродинамическое моделирование и комбинированное моделирование.
2	Некоторые аналитические решения	Представление о поведении плазмы без проведения численных расчётов
3	Методы частиц, разреженная среда	Решение уравнений движения отдельных частиц
4	Методы частиц, плотная среда	Учёт коллективных взаимодействий между частицами.
5	МГД модель	Поведение плазмы с учётом её электрических и магнитных свойств
6	Больцмановская модель	Поведение системы частиц на основе распределения вероятностей состояний этих частиц.
7	Аналитическое решение в плазме	Решение уравнений, описывающих поведение плазмы.
8	Аналитическое решение в слое	Решение уравнений, описывающих поведение плазмы.
9	Расчет потоков нейтральных частиц	Методы и подходы к определению количества и характеристик нейтральных частиц.
10	Расчет потоков ионов	Методы и подходы к определению количества и характеристик ионов.
11	Учет магнитного поля	Влияние магнитных полей на поведение и свойства плазмы. Устойчивость плазмы.
12	Распределение ионов по энергиям	Уровни энергии ионов. Влияние внешних факторов на распределение ионов по энергиям. Вероятности перехода ионов между различными уровнями энергии, анализ влияния внешних факторов на это распределение.
13	Распределение нейтральных частиц по энергиям	Уровни энергии нейтральных частиц. Спектроскопия, масс-спектрометрия для изучения распределения нейтральных частиц по энергиям. Вероятность перехода частиц с одного уровня энергии на другой

14	Распределение электронов по энергиям	Уровни энергии электронов. Количество электронов на каждом энергетическом уровне и их общая энергия. Вероятность перехода электронов с одного уровня энергии на другой
15	Колебания в плазме	Ленгмюровские колебания, ионно-звуковые волны, магнитогидродинамические волны. Амплитуды, частоты, фазы и скорости распространения.

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 подходы к моделированию плазмы.

Тема 2: Некоторые аналитические решения

Тема 3: Методы частиц, разреженная среда

Тема 4: Методы частиц, плотная среда

Тема 5: МГД модель

Тема 6: Больцмановская модель

Тема 7: Аналитическое решение в плазме

Тема 8: Аналитическое решение в слое

Тема 9: Расчет потоков нейтральных частиц

Тема 10: Расчет потоков ионов

Тема 11: Учет магнитного поля

Тема 12: Распределение ионов по энергиям

Тема 13: Распределение нейтральных частиц по энергиям

Тема 14: Распределение электронов по энергиям

Тема 15: Колебания в плазме

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1: Параметры подобия, оценки размеров величин

Тема 2: Полуэмпирические модели

Тема 3: Оценки параметров плазмы в газоразрядной камере

Тема 4: Оценки параметров ионно-оптической системы

Тема 5: Аппроксимация и устойчивость разностных схем

Тема 6: Аппроксимация граничных условий

Тема 7: Метод Галёркина, метод конечных элементов

Тема 8: Метод конечных объемов

Тема 9: Метод Монте-Карло

Тема 10: Оценки распределения скоростей ионов в ГРК

Тема 11: Оценки влияния постоянного магнитного поля на ВЧИД

Тема 12: Оценки возможного пережания ИОС

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Метод Галёркина, метод конечных элементов. Метод конечных объемов. Метод Монте-Карло.

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Метод Галёркина, метод конечных элементов. Метод конечных объемов. Метод Монте-Карло.

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	Основные подходы к моделированию плазмы	ПК-1; ПК-2; ПК-3	Опрос
2	Некоторые аналитические решения	ПК-1; ПК-2; ПК-3	Опрос
3	Методы частиц, разреженная среда	ПК-1; ПК-2; ПК-3	Опрос
4	Методы частиц, плотная среда	ПК-1; ПК-2; ПК-3	Опрос
5	МГД модель	ПК-1; ПК-2; ПК-3	Опрос
6	Больцмановская модель	ПК-1; ПК-2; ПК-3	Опрос
7	Аналитическое	ПК-1; ПК-2;	Опрос

	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
			текущий контроль по дисциплине
	решение в плазме	ПК-3	
8	Аналитическое решение в слое	ПК-1; ПК-2; ПК-3	Опрос
9	Расчет потоков нейтральных частиц	ПК-1; ПК-2; ПК-3	Опрос
10	Расчет потоков ионов	ПК-1; ПК-2; ПК-3	Опрос
11	Учет магнитного поля	ПК-1; ПК-2; ПК-3	Опрос
12	Распределение ионов по энергиям	ПК-1; ПК-2; ПК-3	Опрос
13	Распределение нейтральных частиц по энергиям	ПК-1; ПК-2; ПК-3	Опрос
14	Распределение электронов по энергиям	ПК-1; ПК-2; ПК-3	Опрос
15	Колебания в плазме	ПК-1; ПК-2; ПК-3	Опрос

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

1. Какие основные подходы существуют для моделирования плазмы?
2. В чём заключается суть кинетического подхода к моделированию плазмы?
3. Что такое гидродинамическое моделирование плазмы и в чём его отличие от кинетического моделирования?
4. Каковы преимущества и недостатки каждого из основных подходов к моделированию плазмы?
5. Как комбинированное моделирование объединяет преимущества кинетического и гидродинамического подходов?
6. Какие задачи можно решать с помощью моделирования плазмы?
7. Какие параметры необходимо учитывать при моделировании плазмы?
8. Какие методы используются для решения уравнений, описывающих поведение плазмы?
9. Какие факторы могут влиять на точность результатов моделирования плазмы?
10. Какие ограничения существуют при использовании различных подходов к моделированию плазмы?
11. Что такое аналитическое решение в контексте моделирования плазмы?
12. Какие типы задач можно решить с помощью аналитических решений в плазме?
13. Какие уравнения используются для получения аналитических решений в плазме?
14. Какие методы применяются для решения этих уравнений?

15. В каких случаях аналитические решения могут быть предпочтительнее численных методов?
16. Какие преимущества имеют аналитические решения перед численными методами?
17. В чём заключаются сложности получения аналитических решений для сложных систем?
18. Могут ли аналитические решения быть использованы для проверки результатов численного моделирования?
19. Можно ли использовать аналитические решения для понимания физических процессов в плазме?
20. Существуют ли ограничения на применение аналитических решений к определённым задачам?
21. В чём состоит основная идея метода частиц для моделирования плазмы?
22. Почему метод частиц подходит для моделирования разреженной среды?
23. Как учитываются взаимодействия между частицами в методе частиц?
24. Какие особенности возникают при моделировании разреженной плазмы методом частиц?
25. Какие проблемы могут возникнуть при применении метода частиц к разреженной среде?
26. Чем отличается моделирование плотной плазмы от разреженной?
27. Как метод частиц учитывает коллективные взаимодействия в плотной среде?
28. Какие структуры могут образовываться в плотной плазме при использовании метода частиц?
29. Какие сложности возникают при моделировании плотной плазмы методом частиц?
30. Какие дополнительные параметры необходимо учесть при моделировании плотной среды методом частиц?

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Что такое поток нейтральных частиц и как он измеряется?
2. Какие факторы влияют на поток нейтральных частиц в различных средах?
3. Как можно рассчитать поток нейтральных частиц с помощью моделирования Монте-Карло?
4. В чём разница между диффузией и конвекцией нейтральных частиц?
5. Какие методы используются для расчета потока нейтральных частиц через поверхность?
6. Как влияет температура и давление на поток нейтральных частиц?
7. Какие уравнения используются для описания потока нейтральных частиц?
8. Как можно использовать результаты расчета потока нейтральных частиц для оптимизации технологических процессов?
9. Какие ограничения существуют при использовании методов расчета потока нейтральных частиц?
10. Какие практические применения имеют результаты расчета потока нейтральных частиц?
11. Что такое ионный поток и как его измеряют?
12. Какие параметры влияют на ионный поток в плазме?
13. Какие методы используют для расчета ионного потока?
14. Чем отличается расчет ионного потока от расчета нейтрального потока частиц?
15. Как учитывают влияние магнитного поля на ионный поток?

16. Какие задачи решают с помощью расчета ионных потоков?
17. Каковы практические приложения результатов расчета ионных потоков?
18. Какие сложности возникают при расчете ионных потоков в сложных системах?
19. Как используют результаты расчета ионных потоков для оптимизации плазменных технологий?
20. В каких случаях необходимо учитывать распределение ионов по энергиям при расчете их потока?
21. Какое влияние оказывает магнитное поле на движение заряженных частиц в плазме?
22. Как магнитное поле влияет на устойчивость плазмы?
23. Какие эффекты возникают при взаимодействии магнитного поля с плазмой?
24. Как учитывают магнитное поле при моделировании плазмы?
25. Какие преимущества дает использование магнитного поля в плазменных технологиях?
26. Почему важно знать распределение ионов по энергиям в плазме?
27. Какие методы применяют для определения распределения ионов по энергиям?
28. Как внешние факторы влияют на распределение ионов по энергиям?
29. Какие процессы в плазме зависят от распределения ионов по энергиям?
30. Как результаты исследования распределения ионов по энергиям используют в науке и технике?

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. Савельева, И. Ю. Математическое моделирование процессов теплопроводности методом конечных элементов : учебное пособие / И. Ю. Савельева, И. В. Станкевич. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. - 178 с. - ISBN 978-5-7038-4932-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2016301>
2. Поздеев, А. Г. Математическое моделирование процессов в компонентах природы : учебное пособие / А. Г. Поздеев, Ю. А. Кузнецова. - Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2023. - 112 с. - ISBN 978-5-8158-2375-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2155609>

Дополнительная литература

1. Квасников Л.А., Севрук Д.Д., Латышев Л.А., Тихонов В.Б. Теория, расчет и проектирование ЭУ Ду, Учебник \М. Машиностроение, 1984 г.
2. Власова Е.А, Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н. Приближенные методы математической

физики. М. издательство МГТУ им. Баумана 2001 г.

3. Вержбицкий В.М. Основы численных методов. М. Высшая школа. 2002 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, 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»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Материаловедение и основы технологии производства изделий космической
техники»**

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

**Профиль: «Физические процессы в космических двигательных
установках»**

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2024

Лист согласования

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

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от «7» марта 2024 г.

Председатель Ученого совета

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

А.В. Юров
К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «**Материаловедение и основы технологии производства изделий космической техники**».
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: «Материаловедение и основы технологии производства изделий космической техники».

Цель дисциплины

Получение знаний о материалах, используемых в космической технике, и о технологиях и методах их производства. Студенты узнают различные свойства материалов, их поведение в условиях космического пространства, общие сведения и процессы производства и технологии. Целью такой дисциплины является подготовка студентов к пониманию основных принципов выбора материалов и производства в космической индустрии, а также к их применению в реальных проектах.

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-3 Способен прогнозировать применимость результатов научной и профессиональной деятельности и использовать знания и методы из области физико-математических наук в различных задачах с учетом комплексного подхода.</i>	<i>ОПК-3.1 Проводит анализ результатов научных исследований и профессиональной деятельности в области физики и математики ОПК-3.2 Участвует в научно-исследовательских дискуссиях о передовых методах и технологиях в своей области. ОПК-3.3 Описывает результаты научных исследований и профессиональной деятельности с использованием подходов из различных областей науки и сфер профессиональной деятельности.</i>	Знать: основные физические, механические, термические и электрические свойства материалов, используемых в космической технике, и их поведение в условиях космического пространства. Уметь: описывать физико-химические свойства материалов и их влияние на производство и эксплуатацию изделий космической техники. Владеть: навыками анализа применения материалов в конструкциях космической техники, учитывая их свойства и требования эксплуатации в космическом пространстве.
<i>ПК-3 Владеет знаниями свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.</i>	<i>ПК-3.1 Подбирает оборудование контроля и измерения параметров под необходимый материал. ПК-3.2 Решает задачи по расчету и моделированию свойств конструкционных материалов.</i>	Знать: основные методы и технологии производства и обработки материалов, применяемые в космической индустрии. Уметь: описывать основные методы термической и механической обработки материалов. Владеть: навыками расчета и моделирования свойств материалов, применяемых в двигателестроении.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Материаловедение и основы технологии производства изделий космической техники» представляет собой дисциплину Б1.О.04 обязательной части программы.

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>Свойства материалов космической техники.</i>	<i>Основные физические, механические, термические и электрические свойства материалов, используемых в космической технике, и их поведение в условиях космического пространства.</i>
2	<i>Использование композитных материалов</i>	<i>Особенности композитных материалов, их применение и технологии производства композитных изделий для космической техники</i>
3	<i>Термическая обработка материалов</i>	<i>Основные методы термической обработки материалов, применяемые в производстве космической техники</i>
4	<i>Конструкционное применение материалов</i>	<i>Принципы выбора и конструкционного применения материалов в конструкциях космической техники, учитывая их</i>

		<i>свойства и требования эксплуатации в космическом пространстве.</i>
5	<i>Особенности механической обработки материалов для космической техники</i>	<i>Основные проблемы, возникающие при механической обработке (сверлении, разрезке, точении, фрезеровании) современных высокопрочных полимерных композиционных материалов. Сравнение особенностей обработки полимерных композиционных материалов и обработки металлов. Пути решения современных проблем механической обработки полимерных композиционных материалов.</i>
6	<i>Космическая среда и ее воздействие на материалы</i>	<i>Околоземное пространство и магнитосфера Земли. Электромагнитное излучение Солнца. Вакуумные условия в космическом пространстве. Холодная плазма в ОКП и плазма солнечного ветра. Горячая магнитосферная плазма и авроральная радиация. Заряженные частицы высокой энергии в космическом пространстве. Метеорная материя и космический мусор. Условия полетов на Луну и к планетам Солнечной системы.</i>
7	<i>Технологии производства изделий ракетно-космической техники из полимерных композиционных материалов</i>	<i>Современные технологии формования изделий ракетно-космической техники из полимерных композиционных материалов на основе термореактивной или термопластичной матрицы и разного рода армирующих наполнителей.</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 *Свойства материалов космической техники.*
- 2 *Использование композитных материалов*
- 3 *Термическая обработка материалов*
- 4 *Конструкционное применение материалов*
- 5 *Особенности механической обработки материалов для космической техники*
- 6 *Космическая среда и ее воздействие на материалы*
- 7 *Технологии производства изделий ракетно-космической техники из полимерных композиционных материалов*

Рекомендуемая тематика практических занятий:

- 1 *Свойства материалов космической техники.*
- 2 *Использование композитных материалов*
- 3 *Термическая обработка материалов*
- 4 *Конструкционное применение материалов*
- 5 *Особенности механической обработки материалов для космической техники*
- 6 *Космическая среда и ее воздействие на материалы*
- 7 *Технологии производства изделий ракетно-космической техники из полимерных композиционных материалов*

Требования к самостоятельной работе студентов

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

- 1 *Свойства материалов космической техники.*
- 2 *Использование композитных материалов*
- 3 *Термическая обработка материалов*
- 4 *Конструкционное применение материалов*
- 5 *Особенности механической обработки материалов для космической техники*
- 6 *Космическая среда и ее воздействие на материалы*
- 7 *Технологии производства изделий ракетно-космической техники из полимерных композиционных материалов*

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

- 1 *Свойства материалов космической техники.*
- 2 *Использование композитных материалов*
- 3 *Термическая обработка материалов*
- 4 *Конструкционное применение материалов*
- 5 *Особенности механической обработки материалов для космической техники*
- 6 *Космическая среда и ее воздействие на материалы*
- 7 *Технологии производства изделий ракетно-космической техники из полимерных композиционных материалов*

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

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

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>1 Свойства материалов космической техники.</i>	<i>ОПК-3; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
2 <i>Использование композитных материалов</i>	<i>ОПК-3; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
3 <i>Термическая обработка материалов</i>	<i>ОПК-3; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
4 <i>Конструкционное применение материалов</i>	<i>ОПК-3; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
5 <i>Особенности механической обработки материалов для космической техники</i>	<i>ОПК-3; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
6 <i>Космическая среда и ее воздействие на материалы</i>	<i>ОПК-3; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
7 <i>Технологии производства изделий ракетно-космической техники из полимерных композиционных материалов</i>	<i>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

1. *Какие свойства материалов космической техники являются наиболее важными для обеспечения безопасности и надежности работы оборудования в открытом космическом пространстве?*
2. *В каких случаях композитные материалы превосходят классические материалы при проектировании и производстве космической техники?*
3. *Какие процессы термической обработки материалов наиболее часто используются в космической промышленности и почему?*
4. *В каких конструктивных элементах космической техники чаще всего применяются специальные материалы, и какие при этом требования к ним предъявляются?*
5. *Какие технологии механической обработки материалов наиболее эффективны при изготовлении деталей для космической техники, и какие особенности существуют при их применении?*
6. *Какие аспекты космической среды могут оказывать наибольшее воздействие на материалы и каким образом это влияет на выбор конкретных материалов и методов их обработки?*
7. *Какие технологии производства изделий ракетно-космической техники из полимерных композиционных материалов наиболее востребованы на современном этапе развития космической промышленности?*

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. *Назовите основные свойства материалов, которые делают их подходящими для использования в космической технике, и объясните, почему эти свойства критически важны для работы в космическом пространстве.*

2. *Какие преимущества и недостатки композитных материалов по сравнению с традиционными материалами и какие области применения композитов особенно важны для космической техники?*
3. *Какие процессы термической обработки материалов применяются в производстве материалов для космической техники, и какие свойства при этом обрабатываемых материалов изменяются?*
4. *В чем заключаются требования к материалам, используемым в конструкциях для космической техники, и как эти требования сказываются на выборе материалов и методах их обработки?*
5. *Какие особенности механической обработки материалов наиболее важны для изготовления деталей для космической техники, и почему эти особенности так важны?*
6. *Какие аспекты космической среды оказывают наибольшее воздействие на материалы, используемые в космической технике, и как это воздействие учитывается в процессе выбора материалов и разработки конструкций?*
7. *Какие технологии производства изделий ракетно-космической техники из полимерных композиционных материалов существуют, и какие преимущества они предоставляют по сравнению с традиционными методами?*
8. *Какие основные физические свойства материалов делают их подходящими для использования в космической технике?*
9. *Какие типы композитных материалов применяются в космической технике, и какие у них преимущества и недостатки?*
10. *Какие методы термической обработки материалов используются для улучшения их свойств в космической промышленности?*
11. *Какие требования предъявляются к космическим материалам при их конструкционном применении, и какие аспекты необходимо учитывать при выборе материалов для конкретных элементов космической техники?*
12. *Какие основные процессы механической обработки материалов используются при изготовлении деталей для космической техники, и как они отличаются от промышленных стандартов?*
13. *Какие факторы космической среды могут оказывать воздействие на материалы и как они влияют на долговечность космической техники?*
14. *Какие основные методы защиты материалов от воздействия космической среды существуют, и какие факторы следует учитывать при их применении?*
15. *Каковы основные теоретические и практические аспекты использования полимерных композиционных материалов в ракетно-космической технике?*
16. *Какие основные свойства полимерных композиционных материалов отличают их от других материалов, и почему эти свойства делают их подходящими для космической техники?*
17. *Какие типы полимерных композиционных материалов наиболее часто используются в ракетно-космической технике, и в чем заключаются их преимущества перед другими материалами?*
18. *Какие процессы производства изделий ракетно-космической техники из полимерных композиционных материалов являются наиболее распространенными, и почему они предпочтительны в данной области?*
19. *Каково влияние использования композитных материалов на стоимость космической техники?*
20. *Каковы перспективы развития материалов и технологий в космической отрасли, и какие вызовы и возможности это представляет?*

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

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

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

Основная литература

1. Адашкин, А. М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов : учебник : в 2 книгах. Книга 2. Технология изготовления заготовок и деталей / А.М. Адашкин, А.Н. Красновский, Т.В. Тарасова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 241 с. —

- (Высшее образование). — DOI 10.12737/1143897. - ISBN 978-5-16-019533-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1896834>
2. Адашкин, А. М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов : учебник : в 2 книгах. Книга 1. Строение материалов и технология их производства / А.М. Адашкин, А.Н. Красновский, Т.В. Тарасова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 250 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1143245. - ISBN 978-5-16-016429-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1896836>
 3. Введение в ракетно-космическую технику : в двух томах. Том 1. Общие сведения. Космодромы. Наземные средства контроля и управления ракетами и космическими аппаратами. Ракеты : учебное пособие / А. П. Аверьянов, Л. Г. Азаренко, Г. Г. Вокин [и др.] ; под. общ. ред. Г. Г. Вокина. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 380 с. - ISBN 978-5-9729-0683-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1832028>

Дополнительная литература

1. Введение в ракетно-космическую технику : в двух томах. Том 2. Космические аппараты и их системы. Проектирование и перспективы развития ракетно-космических систем : учебное пособие / А. П. Аверьянов, Л. Г. Азаренко, Г. Г. Воикин [и др.] ; под. общ. ред. Г. Г. Вокина. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 444 с. - ISBN 978-5-9729-0684-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1832030>

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, 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

«Методические основы и практика испытаний двигателей малой тяги»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2024

Лист согласования

Составитель: Гуськов Константин Викторович, к.т.н.

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от 7 марта 2024г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.
Директор ВШНанотехнологий и
инженерии

А.В.Юров
К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Методические основы и практика испытаний двигателей малой тяги».
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: «Методические основы и практика испытаний двигателей малой тяги».

Цель дисциплины: изучить практические основы испытаний двигателей малой тяги и метрологическое обеспечение этих испытаний.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен читать конструкторскую документацию на изделия и работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.	ПК-2.1 Использует на практике специализированный язык конструкторской документации. ПК-2.2 Использует методы численного моделирования при разработке различных инженерных систем.	Знать: основы и этапы разработки двигателей малой тяги, принципы испытаний двигателей малой тяги, нормативную документацию, стандарты по испытаниям изделий ракетно-космической техники. Уметь: применять, методическую и нормативную техническую документацию в работе с ракетно-космической техникой; Владеть: навыками применения конструкторской и технологической документации при испытаниях двигательных установок.
ПК-3 Владеет знаниями свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.	ПК-3.1 Подбирает оборудование контроля и измерения параметров под необходимый материал. ПК-3.2 Решает задачи по расчету и моделированию свойств конструкционных материалов.	Знать: методики испытаний, средства измерений и технологическое оборудование, применяемое при проведении испытаний двигательных установок. Уметь: применять программы испытаний, составлять перечень средств измерения, необходимый для проведения испытаний. Владеть: навыками применения средств измерения, уметь подобрать средство измерений с необходимой погрешностью измерения для проведения испытаний.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методические основы и практика испытаний двигателей малой тяги» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю,

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Состав ЭРДУ. Этапы отработки.	Состав ЭРДУ. Техническое задание. Технические условия. Эскизный проет. Программа обеспечения надежности. Комплексная программа экспериментальной отработки. Программа и методика испытаний.
2	Назначение, виды и классификация испытаний.	Климатические испытания. Механические испытания. Огневые испытания.
3	«Холодные» испытания.	Объем «холодных» испытаний. Электрические проверки. Проверка герметичности. Гидравлические испытания.
4	Огневые испытания.	Виды испытаний и их классификация. Приемосдаточные испытания. Типовые испытания. Огневые испытания. Испытательный стенд. Состав испытательного стенда. Средства измерений на испытательном стенде.

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: Состав ЭРДУ. Этапы отработки.

Тема 2: Назначение, виды и классификация испытаний.

Тема 3: «Холодные» испытания.

Тема 4: Огневые испытания.

...

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1: Состав ЭРДУ. Этапы отработки.

Вопросы для обсуждения: Состав ЭРДУ. Этапы проектирования ЭРДУ.

Тема 2: Назначение, виды и классификация испытаний.

Вопросы для обсуждения: Назначение, вид и характеристика различных испытаний. Испытания на климатические воздействия. Испытания на механические воздействия. Огневые испытания.

Тема 3: «Холодные» испытания.

Вопросы для обсуждения: Виды электрических проверок. Проверка целостности электрических цепей. Измерение сопротивления изоляции. Проверка электрической прочности изоляции. Контроль герметичности.

Тема 4: Огневые испытания.

Вопросы для обсуждения: Приемосдаточные испытания. Типовые испытания. Огневые испытания. Схема испытательного стенда. Метрологическое обеспечение испытаний. Средства измерений единичного производства.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Состав ЭРДУ. Этапы отработки. Систематизация видов испытаний. Климатические испытания. Механические испытания. «Холодные» испытания. Электрические проверки. Проверка герметичности. Гидравлические испытания. Огневые испытания. Виды испытаний и их классификация. Состав испытательного стенда. Средства измерений на испытательном стенде.

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Состав ЭРДУ. Этапы отработки. Систематизация видов испытаний. Климатические испытания. Механические испытания. «Холодные» испытания. Электрические проверки. Проверка герметичности. Гидравлические испытания. Огневые испытания. Виды испытаний и их классификация. Состав испытательного стенда. Средства измерений на испытательном стенде.

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

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

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает

овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Состав ЭРДУ. Этапы отработки.	ПК-2 ПК-3	Опрос
Тема 2. Назначение, виды и классификация испытаний.	ПК-2 ПК-3	Опрос
Тема 3. «Холодные» испытания.	ПК-2 ПК-3	Опрос
Тема 4. Огневые испытания.	ПК-2 ПК-3	Опрос

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

Типовые вопросы по теме «Состав ЭРДУ. Этапы отработки»:

1. Схема бортовой ЭРДУ
2. Перечислить этапы отработки ЭРДУ.
3. Техническое задание.
4. Технические условия.
5. Эскизный проект.

Типовые вопросы по теме «Назначение, виды и классификация испытаний»

1. Описать различные испытания в зависимости от их назначения, вида и характеристик.
2. Описать принцип проведения климатических испытаний.
3. Описать принцип проведения механических испытаний.

Типовые вопросы по теме «"Холодные" испытания.»

1. Что подразумевается под термином «холодные» испытания.
2. Состав электрических проверок.
3. Состав гидравлических проверок.

Типовые вопросы по теме «Огневые испытания»

1. Виды огневых испытаний и их классификация.
2. Состав испытательного стенда ЭРДУ.
3. Средства измерений, применяемые на при испытаниях.
4. Система измерения усилий.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Состав ЭРДУ.
2. Этапы проектирования ЭРДУ.
3. Виды и классификация испытаний.
4. Проведение климатических испытаний.
5. Проведение механических испытаний.

6. Проведение электрических проверок.
7. Проведение проверок на герметичность.
8. Проведение гидравлических испытаний.
9. Испытания готовой ЭРДУ.
10. Состав огневого испытательного стенда.
11. Метрологическое обеспечение испытаний.
12. Измерение тяги двигательной установки.

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. Митрофанова, С. А. Метрологическое обеспечение испытаний : учебник / С. А. Митрофанова. - Москва : Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2023. - 183 с. - ISBN 978-5-907560-75-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2148057>

Дополнительная литература:

1. Белан Н.В., Ким В.П., Оранский А.И., Тихонов В.Б. Стационарные плазменные двигатели. – Харьков: Харьковский авиационный институт, 1989. – 315 с.
2. Жидкостные ракетные двигатели малой тяги и их характеристики: учеб. Пособие / В.С. Егорычев, А.В. Сулинов. – Самара: Изд-во СГАУ, 2014. – 128 с. ISBN 978-5-7883-0961-3
3. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. ГОСТ 16504-81

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, 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: MicrosoftWindows 7, MicrosoftOfficeStandart 2010, антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity.

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

«Надежность и техническая диагностика двигателей КА»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

**Профиль: «Физические процессы в космических двигательных
установках»**

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Лист согласования

Составитель: Хартов Сергей Анатольевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры 208 МАИ (НИУ)
Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от 7 марта 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 «Надежность и техническая диагностика двигателей КА».
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: «Надежность и техническая диагностика двигателей КА»

Цель дисциплины

Изучение дисциплины «Надёжность и техническая диагностика двигателей КА» является важным этапом подготовки специалистов в области проектирования, производства и эксплуатации ракетно-космической техники. Полученные знания и навыки позволяют выпускникам успешно решать задачи по обеспечению надёжной и безопасной работы двигателей КА в условиях высоких нагрузок и экстремальных условий эксплуатации.

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 конструкторскую документацию, 3D-модели конструкций образцов изделий с заданными характеристиками, с учётом требований технологичности.	<i>ПК-1.1</i> Решает задачи из области теории конструкционных материалов. <i>ПК-1.2</i> Использует САД-программы при разработке 3D-моделей. <i>ПК-1.3</i> Подбирает необходимые технологические параметры при разработке моделей изделий под заданные характеристики.	Знать: основные понятия и определения теории надёжности; методы оценки надёжности технических систем; принципы обеспечения надёжности на всех этапах жизненного цикла изделия; Уметь: применять методы анализа надёжности для оценки состояния двигателя космического аппарата; проводить диагностику технического состояния двигателей КА; Владеть: навыками работы с нормативными документами и стандартами в области надёжности и технической диагностики;
<i>ПК-3</i> Владеет знаниями свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.	<i>ПК-3.1</i> Подбирает оборудование контроля и измерения параметров под необходимый материал. <i>ПК-3.2</i> Решает задачи по расчёту и моделированию свойств конструкционных материалов.	Знать: основы технической диагностики, её задачи и методы; особенности обеспечения надёжности и диагностики двигателей космических аппаратов. Уметь: использовать полученные результаты для принятия решений о необходимости ремонта или замены элементов двигателя; разрабатывать рекомендации по повышению надёжности двигателей КА. Владеть: методами расчёта показателей надёжности и проведения диагностики двигателей;

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Надежность и техническая диагностика двигателей КА» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками

образовательных отношений.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Основные закономерности в надежности	Характеристики надежности. Влияние внешних условий и циклограммы нагружения, структурного построения двигателей КА на вероятность отказов
2	Испытания двигателей КА на надежность	Классификация видов испытаний на надежность. Средства технической диагностики элементов и узлов двигателей КА
3	Методы повышения надежности двигателей КА	Планирование испытаний. Эквивалентность форсированных испытаний
4	Оценка надежности двигателей КА	Научно-технические проблемы повышения надежности элементов и узлов двигателей КА
5	Основные понятия, задачи, методы, алгоритмы и средства технического диагностирования	Основные понятия и задачи технической диагностики. Виды технического диагностирования.

		Методы и алгоритмы поиска неисправности
6	Прогнозирование и эффективность технического диагностирования сложных систем	Прогнозирование технического состояния объектов. Достоверность и эффективность технического диагностирования

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: Характеристики надежности. Влияние внешних условий и циклограммы нагружения, структурного построения двигателей КА на вероятность отказов.

Тема 2: Классификация видов испытаний на надежность. Средства технической диагностики элементов и узлов двигателей КА

Тема 3: Планирование испытаний. Эквивалентность форсированных испытаний.

Тема 4: Научно-технические проблемы повышения надежности элементов и узлов двигателей КА.

Тема 5: Основные понятия и задачи технической диагностики. Виды технического диагностирования. Методы и алгоритмы поиска неисправности.

Тема 6: Прогнозирование технического состояния объектов. Достоверность и эффективность технического диагностирования

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1: Планирование испытаний на надежность в зависимости от типа двигателей КА и длительности его функционирования.

Тема 2: Определение характера распределения, определяющего параметры по ограниченной выборке.

Тема 3: Физико-статистический метод определения связи коэффициента запаса и ВБР.

Тема 4: Анализ основных показателей технологичности изделия на этапе проектирования.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Научно-технические проблемы повышения надежности элементов и узлов двигателей КА. Основные понятия и задачи технической диагностики. Виды технического диагностирования. Методы и алгоритмы поиска неисправности

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Физико-статистический метод определения связи коэффициента запаса и ВБР. Анализ основных показателей технологичности изделия на этапе проектирования.

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	Основные закономерности в надежности	ПК-1; ПК-3	Опрос
2	Испытания двигателей КА на надежность	ПК-1; ПК-3	Опрос
3	Методы повышения надежности двигателей КА	ПК-1; ПК-3	Опрос
4	Оценка надежности двигателей КА	ПК-1; ПК-3	Опрос
5	Основные понятия, задачи, методы, алгоритмы и средства технического диагностирования	ПК-1; ПК-3	Опрос
6	Прогнозирование и эффективность технического диагностирования сложных систем	ПК-1; ПК-3	Опрос

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

1. Что такое надёжность и какие основные факторы на неё влияют?
2. Какие существуют методы оценки надёжности технических систем?
3. Как можно повысить надёжность двигателей космических аппаратов (КА)?
4. Какие основные показатели надёжности используются при анализе технических систем?
5. В чём заключается суть закона распределения Вейбулла-Гнеденко и как он применяется в теории надёжности?
6. Какие виды отказов могут возникать в двигателях КА и как они влияют на их надёжность?
7. Каковы основные причины возникновения отказов в двигателях космических аппаратов?
8. Какие меры можно предпринять для предотвращения отказов двигателей КА?
9. Как проводится анализ надёжности двигателей КА на этапе проектирования и производства?
10. Какие факторы необходимо учитывать при оценке надёжности двигателей, работающих в экстремальных условиях?

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Какие испытания проводятся для оценки надёжности двигателей космических аппаратов?
2. Как осуществляется выбор параметров испытаний двигателей КА на надёжность?
3. Какие методы контроля применяются при проведении испытаний двигателей на надёжность?
4. Какова роль испытаний на надёжность в процессе разработки и эксплуатации двигателей КА?
5. Какие требования предъявляются к условиям проведения испытаний двигателей на надёжность?
6. Как оценивается надёжность двигателей КА по результатам испытаний?

7. Какие преимущества даёт использование автоматизированных систем для проведения испытаний на надёжность?
8. Как учитываются результаты испытаний на надёжность при проектировании новых двигателей КА?
9. Какие проблемы могут возникнуть при проведении испытаний на надёжность двигателей, работающих в условиях космического пространства?
10. Как обеспечивается безопасность проведения испытаний двигателей КА на надёжность?
11. Какие методы используются для повышения надёжности двигателей космических аппаратов?
12. Как применение современных материалов и технологий может повлиять на надёжность двигателей КА?
13. Какую роль играет оптимизация конструкции двигателей в повышении их надёжности?
14. Как влияет качество изготовления и сборки двигателей на их надёжность?
15. Какие мероприятия проводятся для обеспечения надёжной работы двигателей КА в условиях космоса?

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. Завистовский, В.Э. Надежность и диагностика технологического оборудования : учебное пособие / В.Э. Завистовский. — Минск : РИПО, 2019. — 257 с. - ISBN 978-985-503-852-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1055955>

Дополнительная литература

1. Методические указания для практических занятий по курсу «надежность ЭСУ».- М.МАИ.1988.
2. Острекровский В.Н. Физико-статистические модели надежности элементов ЯЭУ - М.: Энергоатомиздат, 1986
3. Труханов В.М. Надежность в технике - М.: Машиностроение. 1999.
4. Скворцов Н.А. Надежность сложных систем в эксплуатации и отработке. Учебное пособие для ВУЗов. - М.: Высшая школа. 1989.

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, 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»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Научное общение и презентация»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Лист согласования

Составители:

Гриценко Кристина Александровна, научный сотрудник НОЦ «Умные материалы и биомедицинские приложения» БФУ им. И. Канта

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от «7» марта 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 «Научное общение и презентация»
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 результатов освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4 Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
- 9 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
- 10 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
- 11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
- 12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Научное общение и презентация».

Цель дисциплины: Цель изучения дисциплины "Научное общение и презентация" студентами магистратуры заключается в развитии навыков эффективного научного общения и презентации результатов исследования. Эта дисциплина помогает студентам освоить навыки публичных выступлений, научных презентаций, написания научных статей и представления научных работ перед научным сообществом и широкой аудиторией.

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

Код компетенции Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1. Способен к формированию и изменению собственных жизненно-образовательных маршрутов в профессиональных сообществах с учётом приоритетов собственной деятельности и национального развития.	УК-1.1: Умеет анализировать проблемные ситуации, используя системный подход. УК-1.2: Использует способы разработки стратегии действий по достижению цели на основе анализа проблемной ситуации. УК-1.3: Демонстрирует знание этапов жизненного цикла проекта, методов и инструментов управления проектом на каждом из этапов. УК-1.4: Использует методы и инструменты управления проектом для решения профессиональных задач. УК-1.5: Демонстрирует знание методов формирования команды и управления командной работой. УК-1.6: Разрабатывает и реализует командную стратегию в групповой деятельности для достижения поставленной цели. УК-1.7: Редактирует,	Студент, изучивший данный курс, должен знать: Основные принципы научного общения и коммуникации: включая структуру научной статьи, правила цитирования и форматирования, а также этические аспекты научной работы. Студент должен уметь: Использовать техники и навыки публичных выступлений: включая ораторские приемы, работу с публичностью, планирование и структурирование презентации. Студент должен владеть навыками написания научных статей: включая выбор подходящего журнала для публикации, разработку аргументации и логическую структуру, а также основы рецензирования.

	<p>составляет и переводит различные академические тексты в том числе на иностранном(ых) языке(ах).</p> <p>УК-1.8: Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на публичных мероприятиях, включая международные, в том числе на иностранном(ых) языке(ах).</p> <p>УК-1.9: Анализирует системы ценностей и учитывает их особенности в социальном взаимодействии.</p> <p>УК-1.10: Выстраивает профессиональное взаимодействие с учетом культурных особенностей представителей разных этносов, конфессий и социальных групп, а также приоритетов национального развития.</p> <p>УК-1.11: Обеспечивает создание недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач.</p> <p>УК-1.12: Оценивает свои личностные, ситуативные, временные ресурсы, оптимально их использует для успешного выполнения профессиональных задач.</p> <p>УК-1.13: Владеет индивидуально значимыми способами самоорганизации и саморазвития, выстраивает гибкую профессионально-образовательную траекторию.</p> <p>УК-1.14: Определяет способы совершенствования жизненно-образовательного маршрута в профессиональных сообществах, в том числе с учетом целей национального развития.</p>	
--	---	--

<p>ОПК-4. Способен инициировать проекты и управлять их реализацией в области своей профессиональной деятельности с учетом инновационного технологического и социально-экономического подходов.</p>	<p>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.</p>	<p>Студент, изучивший данный курс, должен знать: Подходы к научной презентации: включая выбор подходящих графиков, диаграмм, таблиц, использование визуальных материалов и разработку четкой и логичной структуры презентации. Студент должен уметь: представлять научные работы перед научным сообществом: включая участие в конференциях, коллоквиумах, дискуссиях и работу с пирами рецензентов. Студент должен владеть навыками: анализа и оценки научных статей и исследований.</p>
--	---	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина "Научное общение и презентация» представляет собой дисциплину факультативной части.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	<i>Основы научной коммуникации</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Что такое научная коммуникация и почему она важна в научном сообществе.</i> - <i>Структура научной статьи и правила цитирования.</i> - <i>Форматирование научных материалов и этические аспекты научной работы.</i>
2	<i>Публичные выступления и ораторские навыки</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Ключевые приемы публичных выступлений и докладов.</i> - <i>Работа над уверенностью в публичном выступлении и контроль нервозности.</i> - <i>Планирование и структурирование презентаций.</i>
3	<i>Научное письмо и написание научных статей</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Техники написания четких и логических научных статей.</i> - <i>Выбор подходящего журнала для публикации.</i> - <i>Рецензирование научных статей.</i>
4	<i>Графика и визуализация данных</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Использование графиков, диаграмм и таблиц для визуализации данных.</i> - <i>Выбор подходящих типов графиков для различных типов данных.</i> - <i>Оформление визуальных материалов для достижения максимальной ясности и понятности.</i>
5	<i>Представление научных работ перед аудиторией</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Участие в научных конференциях, симпозиумах и семинарах.</i> - <i>Коллоквиумы и дискуссии по научным темам.</i> - <i>Работа с критикой и обратной связью от научного сообщества.</i>
6	<i>Критический анализ научных статей и исследований</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Оценка достоверности данных и интерпретация результатов.</i> - <i>Комментарии и рецензии научных работ других ученых.</i> - <i>Развитие критического мышления и аналитических навыков при оценке научных исследований.</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 научной коммуникации*

- 2 *Публичные выступления и ораторские навыки*
 - 3 *Научное письмо и написание научных статей*
 - 4 *Графика и визуализация данных*
 - 5 *Представление научных работ перед аудиторией*
 - 6 *Критический анализ научных статей и исследований*
- Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

- 1 Основы научной коммуникации
- 2 Публичные выступления и ораторские навыки
- 3 Научное письмо и написание научных статей
- 4 Графика и визуализация данных
- 5 Представление научных работ перед аудиторией
- 6 Критический анализ научных статей и исследований

Требования к самостоятельной работе студентов:

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

- 1 Основы научной коммуникации
- 2 Публичные выступления и ораторские навыки
- 3 Научное письмо и написание научных статей
- 4 Графика и визуализация данных
- 5 Представление научных работ перед аудиторией
- 6 Критический анализ научных статей и исследований

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:

- 1 ***Основы научной коммуникации***
- 2 ***Публичные выступления и ораторские навыки***
- 3 ***Научное письмо и написание научных статей***
- 4 ***Графика и визуализация данных***
- 5 ***Представление научных работ перед аудиторией***
- 6 ***Критический анализ научных статей и исследований***

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 конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

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

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Основы научной коммуникации</i>	<i>УК-1; ОПК-4</i>	<i>Опрос</i>
<i>Публичные выступления и ораторские навыки</i>	<i>УК-1; ОПК-4</i>	<i>Опрос</i>
<i>Научное письмо и написание научных статей</i>	<i>УК-1; ОПК-4</i>	<i>Опрос</i>
<i>Графика и визуализация данных</i>	<i>УК-1; ОПК-4</i>	<i>Опрос</i>
<i>Представление научных работ перед аудиторией</i>	<i>УК-1; ОПК-4</i>	<i>Опрос</i>
<i>Критический анализ научных статей и исследований</i>	<i>УК-1; ОПК-4</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. Какую роль играет научное общение в современном научном сообществе?
2. Какие навыки научного общения вы считаете наиболее важными для успешной карьеры в науке?
3. Какую роль играют презентации в научном общении?
4. Какие основные проблемы вы испытываете при подготовке и проведении презентаций?
5. Какие стратегии вы используете для эффективного общения своих идей и результатов исследования?
6. Какие виды научных докладов вы предпочитаете: устные или письменные? Почему?
7. Какие методы вы используете для подготовки и оформления научных статей и докладов?
8. Какую роль играют научные конференции в вашей научной карьере?
9. Какие преимущества и недостатки вы видите в использовании мультимедийных средств при проведении презентаций?
10. Какие стратегии вы используете для эффективного управления временем во время презентации?
11. Какую роль играет язык и стиль общения в научных докладах и статьях?
12. Какие навыки коммуникации считаются важными при общении с коллегами и научным сообществом?
13. Какие вызовы вы испытываете при общении на иностранном языке в научных кругах?
14. Какие стратегии вы используете для привлечения внимания аудитории во время презентации?
15. Какие советы вы бы дали студентам, которые только начинают свой путь в научном общении и презентации?

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. История научного общения и его роль в современном научном сообществе.

2. Этика научного общения и презентации: основные принципы и правила.
3. Техники эффективной коммуникации в научных кругах.
4. Подготовка и проведение успешной научной презентации: советы и стратегии.
5. Роль визуальных материалов в научных презентациях: выбор и использование.
6. Научное письмо: структура, стиль и особенности оформления научных статей.
7. Основные типы научных докладов: устные, письменные, постерные.
8. Управление временем во время научной презентации: стратегии и советы.
9. Роль научных конференций в развитии научной карьеры.
10. Мультимедийные средства в научных презентациях: преимущества и недостатки.
11. Язык и стиль общения в научных докладах и статьях: особенности и рекомендации.
12. Коммуникационные навыки при работе с коллегами и научным сообществом.
13. Межкультурная коммуникация в научных кругах: вызовы и стратегии преодоления.
14. Привлечение внимания аудитории во время научной презентации: техники и приемы.
15. Современные тренды в научном общении и презентации.
16. Роль социальных сетей и онлайн-платформ в научном общении и презентации.
17. Коммуникация с широкой аудиторией: научное общение для неспециалистов.
18. Использование графических средств и дизайна в научных презентациях.
19. Критическое мышление и анализ научных материалов: навыки и подходы.
20. Развитие лидерских качеств через научное общение и презентацию.

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:

Резник, С. Д. Научное руководство аспирантами : практическое пособие / С. Д. Резник. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 510 с. — (Менеджмент в науке). - ISBN 978-5-16-017908-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1896455>

Дополнительная литература

Адерихин, И. В. Научное патентно-информационное и правовое обеспечение инновационной деятельности [Электронный ресурс] : Учеб. пос. / И. В. Адерихин, В. А. Фукалов. - Москва : МГАВТ, 2002. - 75 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/403882>

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, 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.

Учебная лаборатория электроники и схемотехники.

Перечень основного оборудования:

Лабораторные учебные стенды «Электротехника, основы электроники, электрические машины, электрический привод» ЭЛБ-Э-2 – 6 шт.

ЖК телевизор LG Ultra HD 49UB830V

Персональный компьютер с параметрами - Intel Core I3-3220, 3.3 GHz, 4Gb RAM, 1 Tb HDD, 21,5", keyboard, Mouse, LAN, Internet access.

**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 ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы научных исследований»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Лист согласования

Составители: доцент института высоких технологий к.п.н. Лищук И. В.

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от «7» марта 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 «Основы научных исследований»
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 результатов освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4 Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
- 9 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
- 10 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
- 11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
- 12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины – «Основы научных исследований».

Цель дисциплины: изучение теоретико-методологических основ процесса научных исследований, общих принципов организации научных исследований, обобщение и систематизация знаний студентов по истории физики, выработка целостного комплексного взгляда на физические науки их взаимосвязь с другими разделами естествознания.

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

Код компетенции Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<p>УК-1. Способен к формированию и изменению собственных жизненно-образовательных маршрутов в профессиональных сообществах с учётом приоритетов собственной деятельности и национального развития.</p>	<p>УК-1.1: Умеет анализировать проблемные ситуации, используя системный подход. УК-1.2: Использует способы разработки стратегии действий по достижению цели на основе анализа проблемной ситуации. УК-1.3: Демонстрирует знание этапов жизненного цикла проекта, методов и инструментов управления проектом на каждом из этапов. УК-1.4: Использует методы и инструменты управления проектом для решения профессиональных задач. УК-1.5: Демонстрирует знание методов формирования команды и управления командной работой. УК-1.6: Разрабатывает и реализует командную стратегию в групповой деятельности для достижения поставленной цели. УК-1.7: Редактирует, составляет и переводит различные академические тексты в том числе на иностранном(ых) языке(ах). УК-1.8: Представляет результаты академической и профессиональной деятельности</p>	<p>Студент, изучивший данный курс, должен знать основы: - системного подхода и системного анализа в управлении процессами; -теоретико-методологического научного познания; - основные направления развития науки и научных исследований в сфере технических знаний на основе системного подхода. Студент должен уметь: - применять системный подход для решения поставленных задач профессиональной деятельности; Студент должен владеть системным подходом для решения поставленных задач профессиональной деятельности</p>

	<p>на публичных мероприятиях, включая международные, в том числе на иностранном(ых) языке(ах).</p> <p>УК-1.9: Анализирует системы ценностей и учитывает их особенности в социальном взаимодействии.</p> <p>УК-1.10: Выстраивает профессиональное взаимодействие с учетом культурных особенностей представителей разных этносов, конфессий и социальных групп, а также приоритетов национального развития.</p> <p>УК-1.11: Обеспечивает создание недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач.</p> <p>УК-1.12: Оценивает свои личностные, ситуативные, временные ресурсы, оптимально их использует для успешного выполнения профессиональных задач.</p> <p>УК-1.13: Владеет индивидуально значимыми способами самоорганизации и саморазвития, выстраивает гибкую профессионально-образовательную траекторию.</p> <p>УК-1.14: Определяет способы совершенствования жизненно-образовательного маршрута в профессиональных сообществах, в том числе с учетом целей национального развития.</p>	
--	--	--

<p>ОПК-2. Способен организовывать и проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением специализированных фундаментальных знаний и практических подходов из области физико-математических наук.</p>	<p>ОПК-2.1. Использует теоретические и экспериментальные физические и математические методы для решения научно-исследовательских задач.</p> <p>ОПК-2.2. Прогнозирует использование знаний, методов, подходов из области физики и математики для решения междисциплинарных задач.</p>	<p>Студент, изучивший данный курс, должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы экспериментального и теоретического исследования в области физики. <p>Студент должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - организовать и осуществить самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики - выбирать методы исследований и методы получения информации <p>Студент должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> методами сбора научной информации; -основами научного мышления; -основами научной этики.
---	--	---

3. Место дисциплины в структуре опоп бакалавриата

Дисциплина «Основы научных исследований» представляет собой дисциплину факультативной части.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Естествознание как система наук о природе. Методы и модели научного познания.	Критерии научного знания. Методы и средства научного познания. Возникновение естествознания. Структура научного знания. Научные открытия. Модели научного познания. Научные традиции. Понятие, содержание и функции науки. Структура науки и этапы ее развития. Понятия «наука», «научное познание», «научность», «научное исследование». Научные революции. Фундаментальные научные открытия. Системный подход в научном исследовании.
2	Тема 2. Методология и организация научного исследования	Теоретико-методологические основы научных исследований. Методология науки. Специфика научной деятельности. Понятие организации научных исследований, их планирование и эффективность. Типовые этапы научно-исследовательских работ. Научно-исследовательская деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики. Научные методы исследования, их классификация. Классификация научных исследований. Содержание теоретического уровня научных исследований. Содержание эмпирического уровня научных исследований. Основные понятия науки: категории, теории, гипотезы, принципы, методы, законы, парадигмы и др. Цель, проблемы, гипотеза, задачи исследования. Объект и предмет исследования
3	Тема 3 Информационное обеспечение научно-исследовательского процесса. Научные открытия.	Научные открытия. Научные исследования. Зарождение физических представлений. Физические концепции эпохи античности. Физические концепции средневековья и эпохи Возрождения. Физические концепции XII-XVIII вв. Классическая физика. Основные концепции и достижения физики XX-XXI вв. Информационное обеспечение научно-исследовательского процесса.
4	Тема 4 Методика выполнения научно-исследовательской работы	Подготовка, организация и планирование научного исследования. Выбор методов исследования и их характеристика. Определение этапов и задач в научной работе. Обобщение результатов исследования. Подготовка к публикации самостоятельного научного труда. Виды научной продукции. основы внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности; основы этики научной деятельности исследований Оформление научной работы. Внедрение результатов исследования в практику. Сфера внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности.

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. Естествознание как система наук о природе. Методы и модели научного познания.

Тема 2. Методология и организация научного исследования

Тема 3 Информационное обеспечение научно-исследовательского процесса. Научные открытия.

Тема 4 Методика выполнения научно- исследовательской работы

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

1 Естествознание как система наук о природе.

Понятие, содержание и функции науки. Структура науки и этапы ее развития.

Понятия «наука», «научное познание», «научность», «научное исследование». Критерии научного знания. Методы и средства научного познания. Возникновение естествознания. Структура научного знания. Научные открытия. Модели научного познания. Научные традиции. Понятие, содержание и функции науки. Структура науки и этапы ее развития. Понятия «наука», «научное познание», «научность», «научное исследование». Научные революции. Фундаментальные научные открытия. Системный подход.

2 Методология и организация научного исследования

Научные методы исследования, их классификация.

Классификация научных исследований.

Содержание теоретического уровня научных исследований. Содержание эмпирического уровня научных исследований. Основные понятия науки: категории, теории, гипотезы, принципы, методы, законы, парадигмы и др

Теория решения изобретательских задач. Объекты изобретения. Методы решения изобретательских задач.

Понятия актуальности и новизны исследования.

Цель, проблемы, гипотеза, задачи исследования. Объект и предмет исследования

Этапы проведения научных исследований.

Структурные элементы научного исследования.

Обработка результатов экспериментальных исследований. Теория случайных ошибок, доверительная вероятность

3 Информационное обеспечение научно-исследовательского процесса. Научные открытия.

Научные открытия. Научные исследования.

Зарождение физических представлений. Физические концепции эпохи античности. Физические концепции средневековья и эпохи Возрождения. Физические концепции XII-XVIII вв. Классическая физика. Основные концепции и достижения физики XX-XXI вв.

Информационное обеспечение научно-исследовательского процесса.

4 Методика выполнения научно- исследовательской работы

Подготовка, организация и планирование научного исследования. Выбор методов исследования и их характеристика. Определение этапов и задач в научной работе. Обобщение результатов исследования. Оформление научной работы. Подготовка к публикации самостоятельного научного труда. Виды научной продукции. Внедрение результатов исследования в практику. Сфера внедрения результатов научных исследований в области

своей профессиональной деятельности. Этапы поиска источников и научной литературы. Особенности проведения патентного поиска. Правила оформления. Научный стиль речи, письма и их особенности. Основы этики научной деятельности исследований

Требования к самостоятельной работе студентов:

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

Тема 1. Естествознание как система наук о природе. Методы и модели научного познания.

Тема 2. Методология и организация научного исследования

Тема 3 Информационное обеспечение научно-исследовательского процесса. Научные открытия.

Тема 4 Методика выполнения научно- исследовательской работы

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. Естествознание как система наук о природе. Методы и модели научного познания.

Тема 2. Методология и организация научного исследования

Тема 3 Информационное обеспечение научно-исследовательского процесса. Научные открытия.

Тема 4 Методика выполнения научно- исследовательской 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 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
Тема 1. Естествознание как система наук о природе. Методы и модели научного познания.	УК-1; ОПК-2	<i>Тестирование</i>
Тема 2. Методология и организация научного исследования	УК-1; ОПК-2	<i>Тестирование</i>
Тема 3 Информационное обеспечение научно-	УК-1; ОПК-2	<i>Тестирование</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
исследовательского процесса. Научные открытия.		
Тема 4 Методика выполнения научно- исследовательской работы	УК-1; ОПК-2	<i>Реферат. Защита реферата с использованием презентации</i>

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

Тестовые вопросы

К теме 1. Естествознание как система наук о природе. Методы и модели научного познания.

1. Системный подход – это ...

систематические и случайные элементы
 совокупность хорошо структурированных и тесно взаимосвязанных между собой элементов
 основные и дополнительные понятия
 абсолютные и относительные понятия

2. Экспландум – это:

Утверждение, описывающее явление, которому дается объяснение
 Эксперимент, осуществляемый с целью проверки гипотезы или теории
 Объяснение действий людей посредством указания на цели и мотивы действующего субъекта
 Логический вывод

3. Электронный микроскоп был изобретен в:

1894 году
 1931 году
 1940 году
 1837 году

4. Измерительная система автоматического контроля выполняет функции...

контроля технологических процессов
 определения работоспособности элемента и локализации неисправности
 определения принадлежности объекта к одной из известных групп объектов
 получение максимального количества достоверной измерительной информации об объекте

5. Использование автоматизированной системы контроля и управления сбором данных для выявления неисправностей называется...

- автоматической блокировкой
- автоматическим регулированием
- технической диагностикой
- предельной защитой

6. Научной основой обеспечения единства измерений является:

- систематизация
- метрология
- стандартизированные методики выполнения измерений
- теоретическая база стандартизации

7. Средства измерений представляют собой...

- совокупность субъектов деятельности и видов работ, направленных на обеспечение единства измерений
- техническое устройство, предназначенное для измерений
- средство испытаний, представляющие собой техническое устройство для воспроизведения условий испытаний
- установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений

К теме 2. Методология и организация научного исследования.

1. Измерения с использованием метода совпадений осуществляют с помощью... \

- микрометра
- манометра
- профилометра
- штангенциркуля

2. Измерения по методу непосредственной оценки реализуются в ...

- фазометрах
- штангенинструментах
- микрометрах
- амперметрах

3. Свойство, общее в качественном отношении для множества объектов, но индивидуальное в количественном отношении для каждого из них, называется

- размером физической величины
- размерностью физической величины
- физической величиной
- фактором

4. Качественной характеристикой физической величины является....

- размерность
- погрешность измерений
- постоянство во времени
- размер

5. Измерительная система автоматического контроля выполняет функции...

контроля технологических процессов
 определения работоспособности элемента и локализации неисправности
 определения принадлежности объекта к одной из известных групп объектов
 получение максимального количества достоверной измерительной информации об объекте

6. Единство измерений — это...

техническое устройство, предназначенное для измерений
 состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью
 совокупность операций, необходимая для обеспечения соответствия измерительного оборудования требованиям, отвечающим его назначению
 совокупность операций для установления значения величины

7. Процесс измерения представляет собой...

совокупность операций для установления значения величины
 постоянное слежение, надзор, а также измерение через определенные интервалы времени
 состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью
 совокупность операций, необходимую для обеспечения соответствия измерительного оборудования требованиям, отвечающим его назначению.

К теме 3 Информационное обеспечение научно-исследовательского процесса. Научные открытия.

1. Документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов

сертификат соответствия
 знак соответствия
 аттестат
 свидетельство о соответствии

2. Жидкостный термометр в 1631 году изобрел

Г. Галилей
 Ж. Рей
 Б. Каstellли
 Р. Декарт измерений»

3. Обязательное подтверждение соответствия может быть в форме...

декларирования соответствия
 лицензирования
 обязательной сертификации
 добровольной сертификации

4. За что получил Нобелевскую премию Анри Беккерель?
За работу над уравнением состояния газов и жидкостей
За вклад в создание беспроводной телеграфии
За открытие радиоактивности
За открытие дифракции рентгеновских лучей на кристаллах
5. Электрон был открыт в:
1823 году
1900 году
1897 году
1912 году

Реферат

К теме 4 Методика выполнения научно- исследовательской работы

ТЕМЫ ДЛЯ РЕФЕРАТОВ

1. Физика Аристотеля.
2. Представления о строении вещества в античном мире.
3. Галилей: основные открытия.
4. Работы Ньютона по механике.
5. Развитие взглядов на природу света: от Гюйгенса до Эйнштейна.
6. Принцип относительности Галилея и трудности его обобщения на электродинамику и оптику.
7. Развитие волновой оптики в первой половине XIX века.
8. Работы Фарадея по электродинамике. Принцип близкодействия.
9. Теория электромагнитного поля Максвелла и ее экспериментальная проверка.
10. Гипотеза эфира: от Декарта до Эйнштейна.
11. Эйнштейн и специальная теория относительности.
12. Общая теория относительности: история возникновения и экспериментальные подтверждения.
13. История развития космологических представлений в 20-30-ые годы XX века.
14. Современные космологические представления и подтверждающие их факты.
15. Реликтовое излучение.
16. Развитие представлений о природе теплоты от Галилея до середины XIX века.
17. Развитие молекулярно-кинетической теории в XIX веке.

18. Открытие электрона.
19. Открытие рентгеновского излучение и исследование его природы.
20. Открытие радиоактивности: от Беккереля до Марии Кюри.
21. Развитие ядерной физики: от 1900 до 1920 года.
22. Открытие планетарной модели атома и модель Бора.
23. Исследования спектра излучения абсолютно черного тела и работы Планка 1900 года.
24. Гипотеза Эйнштейна о фотонной природе света и ее экспериментальная проверка.
25. Развитие ядерной физики: от 1920 до 1940 года. Модели атомного ядра.
26. История развития ядерной энергетики.
27. Развитие нерелятивистской квантовой физики: от Бора до Дирака.
28. Попытки построения релятивистской квантовой механики и причина их неудачи.
29. История создания квантовой электродинамики и изменение взглядов на природу вакуума.
30. Развитие физики элементарных частиц: от 1930 до 1970 годов.
31. Создание теории электрослабых взаимодействий и квантовой хромодинамики.

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Понятие, содержание и функции науки.
2. Структура науки и этапы ее развития.
3. Научно-исследовательская работа в вузе: сущность и специфика.
4. Понятия «наука», «научное познание», «научность», «научное исследование».
5. Научные методы исследования, их классификация.
6. Этапы проведения научных исследований.
7. Классификация научных исследований.
8. Содержание теоретического уровня научных исследований.
9. Содержание эмпирического уровня научных исследований.
10. Обработка результатов экспериментальных исследований. Теория случайных ошибок, доверительная вероятность.
11. Этапы поиска источников и научной литературы.
12. Системный подход в научно исследовательской деятельности.
13. Основные понятия науки: категории, теории, гипотезы, принципы, методы, законы, парадигмы и др.
14. Правила оформления библиографических и информационных ссылок.
15. Структурные элементы научного исследования.
16. Цитирование. Особенности применения цитат в научном исследовании.
17. Научный стиль речи, его особенности.
18. Организация научно-исследовательской работы магистров в университете.
19. Программа НИРС и индивидуальный план НИР магистранта-аспиранта.
20. Теория решения изобретательских задач. Объекты изобретения.
21. Методы решения изобретательских задач.

22. Формы НИР. Организации, осуществляющие НИР. Финансирование НИР.
23. Понятия актуальности и новизны исследования.
24. Цель, проблемы, гипотеза, задачи исследования. Объект и предмет исследования.
25. Структура и особенности научных текстов.
26. Специфика первых систем теоретического физического знания. Концепция атомистики. Физическое учение Платона.
27. Аристотелева физика. Статика и гидростатика Архимеда.
28. Оптика Евклида и Птолемея.
29. Экспериментальные физические исследования Леонардо да Винчи.
30. Гелиоцентрическая концепция Н. Коперника.
31. Механика Г. Галилея и начало критики аристотелевской физики.
32. Физическая концепция И. Ньютона как итог развития опытного естествознания. Законы классической механики.
33. Принципы минимального времени П. Ферма и наименьшего действия П. Лапласа.
34. Волновая концепция света О. Френеля.
35. Электромагнитное поле Максвелла и эфир.
36. Возникновение предпосылок атомной и ядерной физики.
37. Квантовая теория. Волновая механика. Квантовая статистика.
38. Концепции физики атомного ядра и элементарных частиц. Квантовая теория поля.
39. Электронная техника.
40. Возникновение и развитие радиофизики.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно	хорошо		71-85

	деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельно сти 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. Басовский, Л. Е, Басовская Е.Н. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебник/ Л. Е. Басовский, Е. Н. Басовская. Москва: ИНФРА-М, 2022 - Лицензия до 31.12.2022. - ISBN 978-5-16-109177-7 on-line, 257 с.. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 251-254. - ISBN 978-5-16-016586-8: <https://znanium.ru/catalog/document?id=393077>
2. Шкляр, М. Ф. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ М. Ф. Шкляр. – 7-е изд.– Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2022 - ISBN 978-5-394-03375-9, 208 с.. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 195-196. : <https://znanium.ru/catalog/document?id=431702>

Дополнительная литература.

1. Космин, А. В, Космин, В.В. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А. В. Космин, В. В. Космин.– 5-е изд., перераб. И доп. – Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2022 - Лицензия до 31.12.2022. - ISBN 978-5-16-110024-0 on-line, 298 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 295. - ISBN 978-5-16-017504-1: Б.ц. Имеются экземпляры в отделах: ЭБС Знаниум(1)
2. Герасимов, Б. И, Дробышева, В.В., Злобина, Н.В. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Б. И. Герасимов, В. В. Дробышева, Н.В. Злобина и др. – 2-е изд., доп.– Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022 - Лицензия до 31.12.2022. - ISBN 978-5-16-103085-1 on-line, 271 с. - (Высшее образование). -

Библиогр.: с. 269-270. - ISBN 978-5-16-016586-8: Б.ц. Имеются экземпляры в отделах:
ЭБС Знаниум(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, 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

«Особенности испытаний двигателей КА»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2024

Лист согласования

Составитель: Кулик Арина Дмитриевна, инженер-конструктор 2 категории АО «ОКБ «Факел»

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от «7» марта 2024г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.
Руководитель ОПОП ВО

А.В.Юров
А.Д. Кулик

Содержание

1. Наименование дисциплины «Особенности испытаний двигателей космических аппаратов».
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: Б1.В.04 «Особенности испытаний двигателей космических аппаратов».

Цель дисциплины Б1.В.04 «Особенности испытаний двигателей космических аппаратов» заключается в изучении и освоении методов, технологий и оборудования для проведения испытаний стационарных плазменных двигателей (СПД), жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) и других типов двигателей, используемых в космических аппаратах.

Данная дисциплина является важной частью подготовки специалистов в области космической техники и позволяет им получить необходимые знания и навыки для успешной работы в этой сфере.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1. Способен разрабатывать конструкторскую документацию, 3D-модели конструкций образцов изделий с заданными характеристиками, с учётом требований технологичности	ПК-1.1 Решает задачи из области теории конструкционных материалов. ПК-1.2 Использует САД-программы при разработке 3D-моделей. ПК-1.3 Подбирает необходимые технологические параметры при разработке моделей изделий под заданные характеристики.	Знать: нормативную техническую документацию, стандарты, технические условия, положения и инструкции, применяемые в космической деятельности Российской Федерации. Уметь: использовать прикладные компьютерные программы для разработки технической документации и создания отчетного презентационного материала. Владеть: эффективным анализом и интерпретацией технической документации для выполнения своих задач.
ПК-3. Владеет знаниями свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров	ПК-3.1 Подбирает оборудование контроля и измерения параметров под необходимый материал. ПК-3.2 Решает задачи по расчету и моделированию свойств конструкционных материалов.	Знать: различные типы аддитивных технологий, их принципы работы, особенности и области применения в различных сферах деятельности, методики проведения общих и специальных расчетов в соответствии с тематикой работы. Уметь: проводить технические расчеты при конструировании рабочих конструкций и технических систем, работать с программными средствами для обработки данных и цифрового моделирования, включая их использование для анализа и

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
		прогнозирования путей применения данных. Владеть: навыками проектирования, методиками расчёта технологических приспособлений и оснастки, навыками эффективного использования различных методик расчетов и программных средств для достижения поставленных целей

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Особенности испытаний двигателей космических аппаратов» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1: Введение в дисциплину	<ul style="list-style-type: none"> - История развития ракетных двигателей и их роль в освоении космоса. - Основные понятия и определения, связанные с испытаниями двигателей космических аппаратов.
2	Тема 2: Основы теории ракетных двигателей	<ul style="list-style-type: none"> - Принципы работы ракетных двигателей различных типов (жидкостные, твердотопливные, электроракетные). - Термодинамика и газодинамика ракетных двигателей. - Процессы горения топлива и истечения продуктов сгорания.
3	Тема 3: Испытательное оборудование	<ul style="list-style-type: none"> - Виды испытательного оборудования для проведения огневых и холодных испытаний ракетных двигателей. - Требования к испытательному оборудованию и его основные характеристики. - Методы контроля состояния двигателя во время испытаний.
4	Тема 4: Огневые испытания	<ul style="list-style-type: none"> - Цели и задачи огневых испытаний. - Особенности проведения огневых испытаний жидкостных, твердотопливных и электроракетных двигателей. - Измерение параметров работы двигателя во время огневых испытаний.
5	Тема 5: Холодные испытания	<ul style="list-style-type: none"> - Цели и задачи холодных испытаний. - Особенности проведения холодных испытаний жидкостных и твердотопливных двигателей. - Измерение характеристик двигателя при проведении холодных испытаний.
6	Тема 6: Методы диагностики состояния двигателей	<ul style="list-style-type: none"> - Визуальный осмотр и дефектоскопия. - Акустические методы диагностики. - Вибродиагностика и тензометрия. - Тепловизионная диагностика.
7	Тема 7: Особенности испытаний различных типов двигателей	<ul style="list-style-type: none"> - Испытания жидкостных ракетных двигателей (ЖРД). - Испытания твердотопливных ракетных двигателей. - Испытания электроракетных двигателей малой тяги.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
8	Тема 8: Современные тенденции развития испытательного оборудования	<ul style="list-style-type: none"> - Автоматизация процессов испытаний. - Использование цифровых технологий для обработки данных. - Перспективы развития испытательного оборудования.

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

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

- Тема 1: Введение в дисциплину
- Тема 2: Основы теории ракетных двигателей
- Тема 3: Испытательное оборудование
- Тема 4: Огневые испытания
- Тема 5: Холодные испытания
- Тема 6: Методы диагностики состояния двигателей
- Тема 7: Особенности испытаний различных типов двигателей
- Тема 8: Современные тенденции развития испытательного оборудования

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

1. Ознакомление с испытательным оборудованием:
 - Изучение основных видов испытательного оборудования, используемого при испытаниях ракетных двигателей.
 - Практическая работа с измерительными приборами и датчиками.

2. Расчёт параметров работы двигателя:
 - Определение основных характеристик двигателя на основе данных, полученных в ходе испытаний.
 - Решение задач по термодинамике и газодинамике ракетных двигателей.

3. Анализ результатов испытаний:
 - Обработка данных, полученных во время огневых и холодных испытаний.
 - Оценка состояния двигателя на основе результатов диагностики.

4. Моделирование процессов горения топлива:
 - Использование компьютерных программ для моделирования процессов горения в ракетном двигателе.
 - Анализ результатов моделирования и их сопоставление с реальными данными.

5. Изучение методов контроля состояния двигателя:
 - Визуальный осмотр и дефектоскопия.
 - Акустические методы диагностики.
 - Вибродиагностика и тензометрия.
 - Тепловизионная диагностика.

6. Решение задач по диагностике состояния двигателя:
- Применение методов диагностики для выявления неисправностей в работе двигателя.

- Разработка рекомендаций по устранению выявленных проблем.

7. Проектирование испытательного стенда:

- Выбор оборудования и материалов для создания испытательного стенда.

- Расчёт основных параметров стенда и его компонентов.

8. Проведение огневых испытаний:

- Подготовка к проведению огневых испытаний двигателя для КА.

- Измерение параметров работы ЖРД во время испытаний.

9. Обработка результатов испытаний:

- Сбор и анализ данных, полученных во время испытаний двигателя для КА.

- Составление отчёта о результатах испытаний.

Требования к самостоятельной работе студентов

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

1. История развития ракетных двигателей и их роль в освоении космоса.
2. Термодинамика и газодинамика ракетных двигателей.
3. Процессы горения топлива и истечения продуктов сгорания.
4. Виды испытательного оборудования и требования к нему.
5. Методы контроля состояния двигателя во время испытаний.
6. Особенности проведения огневых и холодных испытаний жидкостных, твердотопливных и электроракетных двигателей.
7. Визуальный осмотр и дефектоскопия.
8. Акустические методы диагностики.
9. Вибродиагностика и тензометрия.
10. Тепловизионная диагностика.
11. Современные тенденции развития испытательного оборудования.
12. Автоматизация процессов испытаний.
13. Использование цифровых технологий для обработки данных.
14. Перспективы развития испытательного оборудования.

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

1. Моделирование процессов горения топлива с использованием компьютерных программ;
2. Проведение анализа результатов моделирования и их сопоставление с реальными данными.
3. Участие в разработке проектов по созданию испытательных стендов для различных типов двигателей;
4. Разработка рекомендаций по устранению выявленных проблем в работе двигателя.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной

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

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

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1: Введение в дисциплину	ПК-1, ПК-3	Устный опрос
Тема 2: Основы теории ракетных двигателей	ПК-1, ПК-3	Устный опрос
Тема 3: Испытательное оборудование	ПК-1, ПК-3	Устный опрос
Тема 4: Огневые испытания	ПК-1, ПК-3	Устный опрос
Тема 5: Холодные испытания	ПК-1, ПК-3	Устный опрос
Тема 6: Методы диагностики состояния двигателей	ПК-1, ПК-3	Устный опрос
Тема 7: Особенности испытаний различных типов двигателей	ПК-1, ПК-3	Устный опрос
Тема 8: Современные тенденции развития испытательного оборудования	ПК-1, ПК-3	Устный опрос

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

1. Письменно сравните особенности испытаний ЖРД и твердотопливных двигателей.
2. Составьте план проведения испытаний электроракетного двигателя малой тяги.
3. Решите задачу по определению основных параметров работы ракетного двигателя на основе данных, полученных в ходе испытаний.
4. Подготовьте доклад о современных тенденциях развития испытательного оборудования для ракетных двигателей.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Основные этапы и виды испытаний ракетных двигателей.
2. Требования к двигателям космических аппаратов.

3. Огневые испытания ракетных двигателей: цели, задачи, особенности проведения.
4. Холодные испытания ракетных двигателей: цели, задачи, особенности проведения.
5. Методы контроля состояния двигателей во время испытаний.
6. Особенности испытаний жидкостных ракетных двигателей (ЖРД).
7. Особенности испытаний твердотопливных ракетных двигателей.
8. Особенности испытаний электроракетных двигателей.
9. Испытательное оборудование для проведения огневых и холодных испытаний ракетных двигателей.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

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

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
		контролируемого материала			
Неудовлетворительный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. Корянов, В. В. Основы теории космического полета. Часть 2. Возмущенное движение космических аппаратов : учебное пособие / В. В. Корянов, В. П. Казаковцев. - Москва : Из-во МГТУ им. Баумана, 2014. - 61 с. - ISBN 978-5-7038-4018-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2160678>

Дополнительная литература

1. Алемасов В. Е., Дрегалин А. Ф., Тишин А. П. Теория ракетных двигателей / Под ред. В. П. Глушко. — М.: Оборонгиз
2. Афанасьев И. Б., Лавренов А. Н., Семёнов А. М. Основы устройства космических аппаратов: Учебник для вузов. — М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006.
3. Добровольский М. В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: Учебник для технических вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016.
4. Конструкция и проектирование изделий ракетно-космической техники. Часть I. Конструирование изделий ракетно-космической техники: учебник / под общ. ред. И.В. Бармина и И.Т. Белякова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012.
5. Конструкция и проектирование изделий ракетно-космической техники. Часть II. Проектирование изделий ракетно-космической техники: учебник / под общ. ред. И.В. Бармина и И.Т. Белякова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013.
6. Космические двигатели: состояние и перспективы развития: учебное пособие / А.А. Александров, В.Н. Блинов, Н.Л. Ярославцев. – М.: Логос, 2021.
7. Основы теории и расчёта жидкостных ракетных двигателей: Учебник для студентов высших технических учебных заведений / Под ред. В.М. Кудрявцева. 4-е издание, переработанное и дополненное. – М.: Высшая школа, 1993.
8. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учебник для вузов. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999.
9. Ягодников Д. А. Рабочие процессы в ракетных двигателях твёрдого топлива: Учебник. — М.: Машиностроение, 2005.

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, 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»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Особенности отработки двигателей КА на этапах жизненного цикла»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2024

Лист согласования

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

Протокол № 15 от «7» марта 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 «Особенности отработки двигателей КА на этапах жизненного цикла».
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: «Особенности отработки двигателей КА на этапах жизненного цикла».

Цель дисциплины

Изучить общие принципы экспериментальной отработки ЖРД и ДУ, основы проектирования и расчетов испытательных стендов и их систем, методы и технологии испытаний ракетных двигателей, разгонных блоков и ступеней ракет-носителей и их 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 конструкторскую документацию, 3D-модели конструкций образцов изделий с заданными характеристиками, с учётом требований технологичности.</i>	<i>ПК-1.1 Решает задачи из области теории конструкционных материалов. ПК-1.2 Использует САД-программы при разработке 3D-моделей. ПК-1.3 Подбирает необходимые технологические параметры при разработке моделей изделий под заданные характеристики.</i>	Знать: Основные типы двигателей КА и их принцип действия. Характеристики топлива и компонентов двигательной установки. Теоретические основы отработки двигателей на разных этапах жизненного цикла КА. Требования к отработке двигателей в зависимости от назначения КА. Уметь: Анализировать характеристики двигателей КА и определять их пригодность для решения конкретных задач. Владеть: Навыками планирования и организации процесса отработки двигателей.
<i>ПК-3 Владеет знаниями свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.</i>	<i>ПК-3.1 Подбирает оборудование контроля и измерения параметров под необходимый материал. ПК-3.2 Решает задачи по расчету и моделированию свойств конструкционных материалов.</i>	Знать: Способы тестирования и диагностики двигателей. Методы расчета параметров отработки двигателей. Нормативную документацию на отработку двигателей КА. Условия эксплуатации двигателей в космическом пространстве. Уметь: Выполнять расчеты параметров отработки двигателей на различных этапах жизненного цикла КА. Владеть: Навыками экспериментальной отработки Жрд и Ду ракетно-космических систем

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Особенности отработки двигателей КА на этапах жизненного цикла» представляет собой дисциплину Б1.В.11.

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 и особенности экспериментальной отработки ЖРД и ДУ ракетно-космических систем</i>	<i>Основные требования, предъявляемые к двигателям и ДУ, и особенности схемных решений. Проблемы обеспечения надежности и повышения безопасности эксплуатации ДУ РКС.</i>
2	<i>Основы устройства и безопасной эксплуатации испытательных комплексов для отработки ЖРД И ДУ</i>	<i>Испытательный комплекс. Системы хранения и транспортировки компонентов топлива. Основные соотношения для расчета системы питания испытательных стендов. Основы расчета характеристик насосной системы подачи. Системы наддува. Газоотражательные устройства и системы защиты. Стендовая информационно-измерительная система. Система электроснабжения ИИС, СУ и вспомогательных систем. Система</i>

		<i>обеспечения безопасных условий проведения испытаний и экологической защиты окружающей среды.</i>
3	<i>Системы имитации условий эксплуатации</i>	<i>Системы имитации высотных условий. Расчет параметров диффузора. Системы имитации гидродинамических процессов на входе в двигатель. Системы имитации невесомости. Система имитации газонасыщения компонентов топлива.</i>
4	<i>Основы обеспечения безопасной эксплуатации испытательных комплексов</i>	<i>Санитарно-гигиенические нормы. – Пределы воспламенения и детонации топливных пар. – Ширина санитарно-защитной зоны для стендов ЖРД. Принципиальные схемы систем нейтрализации. Основные факторы экологического воздействия ракетно-космической техники на окружающую среду. Основные меры безопасности при стендовых испытаниях ДУ на кислородно-водородном топливе</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 и особенности экспериментальной отработки ЖРД и ДУ ракетно-космических систем*

2 *Основы устройства и безопасной эксплуатации испытательных комплексов для отработки ЖРД И ДУ*

3 *Системы имитации условий эксплуатации*

4 *Основы обеспечения безопасной эксплуатации испытательных комплексов*

Рекомендуемая тематика практических занятий:

1 *Принципы и особенности экспериментальной отработки ЖРД и ДУ ракетно-космических систем*

2 *Основы устройства и безопасной эксплуатации испытательных комплексов для отработки ЖРД И ДУ*

3 *Системы имитации условий эксплуатации*

4 *Основы обеспечения безопасной эксплуатации испытательных комплексов*

Требования к самостоятельной работе студентов

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

- 1 Принципы и особенности экспериментальной отработки ЖРД и ДУ ракетно-космических систем
 - 2 Основы устройства и безопасной эксплуатации испытательных комплексов для отработки ЖРД И ДУ
 - 3 Системы имитации условий эксплуатации
 - 4 Основы обеспечения безопасной эксплуатации испытательных комплексов
- Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:*
- 1 Принципы и особенности экспериментальной отработки ЖРД и ДУ ракетно-космических систем
 - 2 Основы устройства и безопасной эксплуатации испытательных комплексов для отработки ЖРД И ДУ
 - 3 Системы имитации условий эксплуатации
 - 4 Основы обеспечения безопасной эксплуатации испытательных комплексов

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>Принципы и особенности экспериментальной отработки ЖРД и ДУ ракетно-космических систем</i>	<i>ПК-1 ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
2	<i>Основы устройства и безопасной эксплуатации испытательных комплексов для отработки ЖРД И ДУ</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
3	<i>Системы имитации условий эксплуатации</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
4	<i>Основы обеспечения безопасной эксплуатации испытательных комплексов</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. Технические и научные проблемы экспериментальной отработки
2. Автоматизация отраслевой оценки качества объектов РКТ
3. Системы контроля опасных накоплений взрывоопасных газов
4. Структурная схема двигательной установки
5. Типы ракетных двигателей
6. Требования к двигателям, зависящие от их назначения
7. Схемы ЖРД с насосной системой подачи
8. Основные свойства некоторых топлив ЖРД
9. Пути проведения экспериментальной отработки РКК
10. Наземная отработка ракетного двигателя

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Изменение эффективности испытаний (W) в зависимости от времени (T)
2. Автономные испытания элементов, узлов и систем двигателя
3. Огневые испытания ЖРД
4. Огневые испытания ЖРД в составе двигательной установки
5. Зависимость потребного количества двигателей N на доводку от средней наработки единичного двигателя в циклах летного ресурса
6. Методы обеспечения надежности бортовой аппаратуры космических аппаратов
7. Математическое планирование эксперимента при отработке электронных элементов
8. Установление допусков на параметры электронных устройств
9. Задачи проектирования модулей контроля
10. Свойства некоторых топливных композиций ЖРД

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. Добровольский, М. В. Жидкостные ракетные двигатели : учебник / М. В. Добровольский ; под ред. Д. А. Ягодникова. - 4-е изд., испр. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2020. - 472 с. - ISBN 978-5-7038-5359-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1965792>

Дополнительная литература

1. Галеев А. Г. и др. Методология экспериментальной отработки ЖРД и ДУ, основы проведения испытаний и устройства испытательных стендов. – 2015.
2. Куренков В. И. и др. Методы обеспечения надежности и экспериментальная отработка ракетно-космической техники. – 2012.

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, 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»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Особенности рабочего процесса в ЭРД и ЖРД МТ»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Лист согласования

Составитель: Хартов Сергей Анатольевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры 208 МАИ (НИУ)
Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от 7 марта 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 «Особенности рабочего процесса в ЭРД и ЖРД МТ»
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: «Особенности рабочего процесса в ЭРД и ЖРД МТ».

Цель дисциплины

Цель дисциплины «Особенности рабочего процесса в ЭРД и ЖРД МТ» — дать студентам знания, умения и навыки, необходимые для понимания принципов работы, проектирования, эксплуатации и технического обслуживания электроракетных двигателей (ЭРД) и жидкостных ракетных двигателей малой тяги (ЖРД МТ).

В рамках этой дисциплины студенты изучают особенности рабочего процесса в этих типах двигателей, а также методы расчёта основных параметров и характеристик. Они также знакомятся с современными тенденциями развития ЭРД и ЖРД МТ и перспективными направлениями исследований и разработок в этой области.

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 конструкторскую документацию, 3D-модели конструкций образцов изделий с заданными характеристиками, с учётом требований технологичности.	<i>ПК-1.1</i> Решает задачи из области теории конструкционных материалов. <i>ПК-1.2</i> Использует САD-программы при разработке 3D-моделей. <i>ПК-1.3</i> Подбирает необходимые технологические параметры при разработке моделей изделий под заданные характеристики.	Знать: основные понятия и определения, связанные с ЭРД и ЖРД МТ; принципы работы и основные характеристики ЭРД и ЖРД МТ различных типов; методы расчёта основных параметров ЭРД и ЖРД МТ (тяги, удельный импульс, расход топлива и т. д.); современные тенденции развития ЭРД и ЖРД МТ и перспективные направления исследований и разработок. Уметь: проводить расчёты основных параметров ЭРД и ЖРД МТ на основе заданных условий эксплуатации; выбирать оптимальные типы ЭРД и ЖРД МТ с учётом требований к тяге, удельному импульсу, расходу топлива и другим параметрам; анализировать результаты расчётов и экспериментов и делать выводы о работоспособности и эффективности ЭРД и ЖРД МТ. Владеть навыками: чтения и понимания технической документации, связанной с ЭРД и ЖРД МТ; проведения расчётов основных параметров ЭРД и ЖРД МТ с использованием современных методов и средств;

		экспериментального исследования ЭРД и ЖРД МТ с применением современного оборудования; самостоятельного изучения новых материалов и технологий в области ЭРД и ЖРД МТ.
--	--	---

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Особенности рабочего процесса в ЭРД и ЖРД МТ» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Основы теории тепловых реактивных двигателей	Термодинамические процессы в двигателях с тепловым ускорением рабочего тела.
2	ЖРД МТ – особенности рабочего процесса	Процессы в камере нагрева Особенности процесса ускорения в сопле
3	Электротермические двигатели особенности рабочего процесса	Особенности процессов в электронагревном двигателе и электродугового двигателях

4	ЭРД – основы рабочего процесса	Прикладные вопросы физики плазмы и их применение в ЭРД Механизмы ускорения рабочего тела в ЭРД. Классификация ЭРД
5	Двигатели с ускорением объемной электромагнитной силой	Особенности проявления механизмов ускорения плазмы в электромагнитном поле. Торцевой сильноточный двигатель Импульсный и торцевой холловский плазменные двигатели
6	Двигатели с электростатическим механизмом ускорения	Схема электростатического двигателя. Ионно-оптическая система Способы генерации ионов, газоразрядные камеры и другие схемы ИД
7	Двигатели с замкнутым дрейфом электронов	Схема стационарного плазменного двигателя Движение ионов и электронов в ускорительном канале стационарного плазменного двигателя Проблема расходимости ионного потока и ее влияние на время безотказной работы стационарного плазменного двигателя Двигатель с анодным слоем и другие схемы двигателей с замкнутым дрейфом электронов
8	Интеграция двигательной установки с ЭРД с космическим аппаратом	Схемы компоновки космических аппаратов с ЭРД. Собственная атмосфера КА и взаимодействие с ней струй ЭРД. Состав и параметры основных узлов и подсистем Перелеты с использованием ЭРД современных двигательных установок с ЭРД

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: Термодинамические процессы в двигателях с тепловым ускорением рабочего тела.

Тема 2: Процессы в камере нагрева ЖРД МТ.

Тема 3: Особенности процесса ускорения в сопле ЖРД МТ.

Тема 4: Особенности процессов в электронагревном двигателе и электродугового двигателях.

Тема 5: Прикладные вопросы физики плазмы и их применение в ЭРД.

Тема 6: Механизмы ускорения рабочего тела в ЭРД. Классификация ЭРД.

Тема 7: Особенности проявления механизмов ускорения плазмы в электромагнитном поле. Торцевой сильноточный двигатель.

Тема 8: Импульсный и торцевой холловский плазменные двигатели.

Тема 9: Схема электростатического двигателя. Ионно-оптическая система.

Тема 10: Способы генерации ионов, газоразрядные камеры и другие схемы ИД.

Тема 11: Схема стационарного плазменного двигателя.

Тема 12: Движение ионов и электронов в ускорительном канале стационарного плазменного двигателя.

Тема 13: Проблема расходимости ионного потока и ее влияние на время безотказной работы стационарного плазменного двигателя.

Тема 14: Двигатель с анодным слоем и другие схемы двигателей с замкнутым дрейфом электронов.

Тема 15: Схемы компоновки космических аппаратов с ЭРД. Собственная атмосфера КА и взаимодействие с ней струй ЭРД. Состав и параметры основных узлов и подсистем современных двигательных установок с ЭРД. Перелеты с использованием ЭРД.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1: Термодинамические процессы в двигателях с тепловым ускорением рабочего тела.

Тема 2: Процессы в камере нагрева ЖРД МТ.

Тема 3: Особенности процесса ускорения в сопле ЖРД МТ.

Тема 4: Особенности процессов в электронагревном двигателе и электродугового двигателях.

Тема 5: Прикладные вопросы физики плазмы и их применение в ЭРД.

Тема 6: Механизмы ускорения рабочего тела в ЭРД. Классификация ЭРД.

Тема 7: Особенности проявления механизмов ускорения плазмы в электромагнитном поле. Торцевой сильноточный двигатель.

Тема 8: Импульсный и торцевой холловский плазменные двигатели.

Тема 9: Схема электростатического двигателя. Ионно-оптическая система.

Тема 10: Способы генерации ионов, газоразрядные камеры и другие схемы ИД.

Тема 11: Схема стационарного плазменного двигателя.

Тема 12: Движение ионов и электронов в ускорительном канале стационарного плазменного двигателя.

Тема 13: Проблема расходимости ионного потока и ее влияние на время безотказной работы стационарного плазменного двигателя.

Тема 14: Двигатель с анодным слоем и другие схемы двигателей с замкнутым дрейфом электронов.

Тема 15: Схемы компоновки космических аппаратов с ЭРД. Собственная атмосфера КА и взаимодействие с ней струй ЭРД. Состав и параметры основных узлов и подсистем современных двигательных установок с ЭРД. Перелеты с использованием ЭРД.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Проблема расходимости ионного потока и ее влияние на время безотказной работы стационарного плазменного двигателя. Способы генерации ионов, газоразрядные камеры и другие схемы ИД.

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Проблема расходимости ионного потока и ее влияние на время безотказной работы стационарного плазменного двигателя. Способы генерации ионов, газоразрядные камеры и другие схемы ИД.

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	Основы теории тепловых реактивных двигателей	ПК-1.	Контрольная работа
2	ЖРД МТ – особенности рабочего процесса	ПК-1.	Контрольная работа
3	Электротермические двигатели особенности рабочего процесса	ПК-1.	Контрольная работа
4	ЭРД – основы рабочего процесса	ПК-1.	Контрольная работа
5	Двигатели с ускорением объемной электромагнитной силой	ПК-1.	Контрольная работа
6	Двигатели с электростатическим механизмом ускорения	ПК-1.	Контрольная работа
7	Двигатели с замкнутым дрейфом электронов	ПК-1.	Контрольная работа
8	Интеграция двигательной установки с ЭРД с космическим аппаратом	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

1. Основы теории тепловых реактивных двигателей: основные принципы работы и классификация.
2. ЖРД МТ: особенности рабочего процесса, преимущества и недостатки.
3. Электротермические двигатели: принцип действия и особенности рабочего процесса.
4. ЭРД: основы рабочего процесса и применение в космической технике.
5. Интеграция двигательной установки с ЭРД с космическим аппаратом: проблемы и перспективы.
6. Сравнительный анализ эффективности различных типов тепловых реактивных двигателей.
7. Особенности рабочего процесса в ЖРД МТ при использовании различных видов топлива.
8. Влияние конструкции электротермического двигателя на его характеристики.
9. Применение ЭРД для управления ориентацией космических аппаратов.
10. Проблемы интеграции ЭРД в состав двигательной установки космического аппарата.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Принцип действия двигателей с ускорением объёмной электромагнитной силой.

1. *Преимущества и недостатки двигателей с электростатическим механизмом ускорения.*
2. *Конструкция и принцип действия двигателей с замкнутым дрейфом электронов.*
3. *Сравнение характеристик двигателей с различными механизмами ускорения.*
4. *Перспективы развития двигателей с ускорением объёмной электромагнитной силой.*
5. *Какие основные принципы работы лежат в основе теории тепловых реактивных двигателей?*
6. *В чём заключаются особенности рабочего процесса ЖРД МТ?*
7. *Каковы преимущества и недостатки ЖРД МТ по сравнению с другими типами тепловых реактивных двигателей?*
8. *Как работает электротермический двигатель и какие особенности имеет его рабочий процесс?*
9. *Что такое ЭРД и каковы его основные характеристики?*
10. *Какие типы ЭРД существуют и в чём их отличия?*
11. *Какие проблемы возникают при интеграции двигательной установки с ЭРД с космическим аппаратом?*
12. *Какие перспективы развития имеют тепловые реактивные двигатели?*
13. *Какие факторы влияют на эффективность тепловых реактивных двигателей?*
14. *Какие материалы используются для изготовления тепловых реактивных двигателей и как это влияет на их характеристики?*
15. *Как работают двигатели с ускорением объёмной электромагнитной силой и какие преимущества они имеют?*
16. *Какие недостатки имеют двигатели с электростатическим механизмом ускорения?*
17. *Как устроены двигатели с замкнутым дрейфом электронов и какие принципы лежат в их основе?*
18. *Какие характеристики имеют двигатели с различными механизмами ускорения?*
19. *Какие перспективы имеют двигатели с ускорением объёмной электромагнитной силой?*

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий</i>	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более	<i>Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать,</i>	хорошо		71-85

	широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. Введение в ракетно-космическую технику : в двух томах. Том 2. Космические аппараты и их системы. Проектирование и перспективы развития ракетно-космических систем : учебное пособие / А. П. Аверьянов, Л. Г. Азаренко, Г. Г. Вокии [и др.] ; под. общ. ред. Г. Г. Вокина. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 444 с. - ISBN 978-5-9729-0684-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1832030>

Дополнительная литература

1. Дорофеев А.А. Основы теории тепловых ракетных двигателей (Общая теория ракетных двигателей)- М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1999.
2. Новиков В.Н. Введение в ракетно-космическую технику: учеб. пособие. -М.: МАИ-Принт, 2010.
3. Басард Р. Ядерные ракетные двигатели. М.: «Машиностроение», 1980.
4. Алемасов Б.В. и др. Теория ракетных двигателей. М.: «Машиностроение», 1980.
5. Демянко Ю.Г. и др. Ядерные ракетные двигатели. - М.: ООО «Нора-Информ», 2001.
6. Дорофеев А.А. Ядерные ракетные двигатели и энергетические установки. - М.:Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012.
7. Горшков О.А., Муравлёв В.А., Шагайда А.А. Холловские и ионные плазменные двигатели для космических аппаратов / под ред. академика РАН А.С. Коротева. - М.: Машиностроение, 2008.
8. Морозов А.И. Введение в плазмодинамику. - М.: Физматлит, 2006.
9. Физические величины. Справочник. - М.: Энергоатомиздат . 1991.
10. Гришин С.Д., Козлов Н.П. Электрические ракетные двигатели. - М.: Машиностроение, 1989.
11. Белан Н.В., Ким В.П., Оранский А.И., Тихонов В.Б. Стационарные плазменные двигатели. - Харьков: ХАИ, 1989.

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, 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

«Проектирование двигателей малой тяги»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2024

Лист согласования

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

Протокол № 15 от «7» марта 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 «Проектирование двигателей малой тяги».
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: «Проектирование двигателей малой тяги».

Цель дисциплины

Цель дисциплины «Проектирование двигателей малой тяги» — дать студентам знания, умения и навыки, необходимые для понимания принципов проектирования, расчёта, конструирования и оптимизации характеристик двигателей малой тяги (ДМТ), а также для разработки конструкторских документов в соответствии с требованиями стандартов.

В рамках этой дисциплины студенты изучают методы расчёта основных параметров ДМТ, таких как тяга, удельный импульс, расход топлива и др., а также принципы их оптимизации с учётом требований к надёжности, долговечности и экономичности. Они также знакомятся с современными тенденциями развития ДМТ и перспективными направлениями исследований и разработок в этой области.

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 конструкторскую документацию, 3D-модели конструкций образцов изделий с заданными характеристиками, с учётом требований технологичности.	<i>ПК-1.1</i> Решает задачи из области теории конструкционных материалов. <i>ПК-1.2</i> Использует САД-программы при разработке 3D-моделей. <i>ПК-1.3</i> Подбирает необходимые технологические параметры при разработке моделей изделий под заданные характеристики.	Знать: основные понятия и определения, связанные с ДМТ; принципы работы и основные характеристики ДМТ различных типов; Уметь: проводить расчёты основных параметров ДМТ на основе заданных условий эксплуатации; Владеть навыками: экспериментального исследования ДМТ с применением современного оборудования; самостоятельного изучения новых материалов и технологий в области ДМТ.
<i>ПК-2</i> Способен читать конструкторскую документацию на изделия и работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.	<i>ПК-2.1</i> Использует на практике специализированный язык конструкторской документации. <i>ПК-2.2</i> Использует методы численного моделирования при разработке различных инженерных систем. <i>ПК-2.3</i> Демонстрирует базовые знания различных систем и программ моделирования конструкционных материалов.	Знать: методы расчёта основных параметров ДМТ (тяга, удельный импульс, расход топлива и т. д.); современные тенденции развития ДМТ и перспективные направления исследований и разработок. Уметь: выбирать оптимальные типы ДМТ с учётом требований к тяге, удельному импульсу, расходу топлива и другим параметрам; анализировать результаты расчётов и экспериментов и делать выводы о работоспособности и эффективности ДМТ. Владеть навыками:

		чтения и понимания технической документации, связанной с ДМТ; проведения расчётов основных параметров ДМТ с использованием современных методов и средств;
--	--	---

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Проектирование двигателей малой тяги» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Основы проектирования двигателей малой тяги</i>	<i>Рассматриваются основные принципы работы, характеристики и требования к надёжности, долговечности и экономичности двигателей малой тяги (ДМТ). Обсуждаются различные типы ДМТ,</i>

		<i>их преимущества и недостатки, а также области применения.</i>
2	<i>Расчёт основных параметров двигателей малой тяги для заданных условий эксплуатации</i>	<i>Изучаются методы расчёта основных параметров ДМТ, таких как тяга, удельный импульс, расход топлива и др. Рассматриваются различные подходы к расчёту, включая аналитические методы и численное моделирование.</i>
3	<i>Современные методы расчёта и экспериментального исследования двигателей малой тяги</i>	<i>Тема посвящена современным методам расчёта и экспериментального исследования ДМТ. Обсуждаются новые технологии и инструменты, которые позволяют улучшить точность и эффективность расчётов, а также повысить качество экспериментальных данных.</i>
4	<i>Оптимизация характеристик двигателей малой тяги с учётом требований к надёжности, долговечности и экономичности</i>	<i>Анализ существующих конструкций двигателей малой тяги. Определение критериев оптимизации. Создание математических моделей, описывающих работу двигателя и его взаимодействие с другими системами космического аппарата.</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 проектирования двигателей малой тяги*
- 2 *Расчёт основных параметров двигателей малой тяги для заданных условий эксплуатации*
- 3 *Современные методы расчёта и экспериментального исследования двигателей малой тяги*
- 4 *Оптимизация характеристик двигателей малой тяги с учётом требований к надёжности, долговечности и экономичности*

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Например,

- 1 *Основы проектирования двигателей малой тяги*
- 2 *Расчёт основных параметров двигателей малой тяги для заданных условий эксплуатации*
- 3 *Современные методы расчёта и экспериментального исследования двигателей малой тяги*
- 4 *Оптимизация характеристик двигателей малой тяги с учётом требований к надёжности, долговечности и экономичности*

Требования к самостоятельной работе студентов

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

- 1 Основы проектирования двигателей малой тяги.
- 2 Расчёт основных параметров двигателей малой тяги для заданных условий эксплуатации.
- 3 Современные методы расчёта и экспериментального исследования двигателей малой тяги.
- 4 Оптимизация характеристик двигателей малой тяги с учётом требований к надёжности, долговечности и экономичности.

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

- 1 Основы проектирования двигателей малой тяги.
- 2 Расчёт основных параметров двигателей малой тяги для заданных условий эксплуатации.
- 3 Современные методы расчёта и экспериментального исследования двигателей малой тяги.
- 4 Оптимизация характеристик двигателей малой тяги с учётом требований к надёжности, долговечности и экономичности.

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>Основы проектирования двигателей малой тяги</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
2	<i>Расчёт основных параметров двигателей малой тяги для заданных условий эксплуатации</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
3	<i>Современные методы расчёта и экспериментального исследования двигателей малой тяги</i>	<i>ПК-1; ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
4	<i>Оптимизация характеристик двигателей малой тяги с учётом требований к надёжности, долговечности и экономичности</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. *Какие основные принципы лежат в основе проектирования двигателей малой тяги?*
2. *Какие факторы необходимо учитывать при расчёте основных параметров двигателя малой тяги для конкретных условий эксплуатации?*
3. *Какие современные методы используются для расчёта характеристик двигателей малой тяги?*
4. *Какие экспериментальные методы применяются для исследования работы двигателей малой тяги в реальных условиях?*
5. *Как можно оптимизировать характеристики двигателя малой тяги, чтобы повысить его надёжность?*
6. *Какие меры можно предпринять для увеличения срока службы двигателя малой тяги?*
7. *Какие параметры двигателя малой тяги влияют на его экономичность?*
8. *Какие критерии используются при выборе оптимальных параметров двигателя малой тяги с точки зрения надёжности, долговечности и экономичности?*
9. *Какие математические модели используются для описания работы двигателя малой тяги и его взаимодействия с другими системами космического аппарата?*
10. *Какие численные эксперименты проводятся для определения оптимальных значений параметров двигателя малой тяги?*
11. *Какие экспериментальные исследования проводятся для проверки результатов моделирования и определения фактических характеристик двигателя малой тяги?*
12. *Как оценивается вероятность отказа двигателя малой тяги в процессе эксплуатации?*
13. *Какие методы используются для повышения ресурса работы двигателя малой тяги?*
14. *Как рассчитывается стоимость обслуживания и эксплуатации двигателя малой тяги на протяжении всего срока службы?*

15. Какие рекомендации можно дать по использованию двигателя малой тяги в различных космических миссиях с учётом его характеристик и условий эксплуатации?

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень тем проектов:

1. *Проектирование и расчёт двигателя малой тяги для космического аппарата:*

Цель проекта: разработать и рассчитать двигатель малой тяги, который будет использоваться в космическом аппарате для выполнения маневров и коррекции орбиты.

Задачи проекта: провести анализ существующих конструкций двигателей малой тяги, определить критерии оптимизации, разработать математическую модель, провести численные эксперименты, оценить надёжность и долговечность двигателя.

2. *Исследование влияния параметров двигателя на его характеристики:*

Цель проекта: изучить влияние различных параметров двигателя (мощность, расход топлива, ресурс работы и т. д.) на его характеристики (тяга, удельный импульс, стоимость обслуживания и т. п.).

Задачи проекта: выбрать параметры для исследования, провести моделирование работы двигателя при различных значениях параметров, сравнить результаты моделирования с реальными данными, сделать выводы о влиянии параметров на характеристики двигателя.

3. *Разработка методов повышения надёжности двигателя малой тяги:*

Цель проекта: предложить методы повышения надёжности двигателя малой тяги путём улучшения конструкции, материалов, технологии изготовления и т.д.

Задачи проекта: проанализировать причины отказов двигателей малой тяги, предложить меры по их устранению, провести испытания двигателя с улучшенными характеристиками, оценить эффективность предложенных мер.

4. *Оптимизация параметров двигателя малой тяги для обеспечения требуемых характеристик:*

Цель проекта: оптимизировать параметры двигателя малой тяги (мощность, тяга, удельный импульс и т.п.) для обеспечения требуемых значений характеристик (надёжности, долговечности, экономичности).

Задачи проекта: определить критерии оптимизации, провести численное моделирование работы двигателя, сравнить полученные результаты с требованиями, внести изменения в конструкцию или технологию изготовления двигателя для достижения оптимальных значений параметров.

5. *Экспериментальное исследование работы двигателя малой тяги в условиях вакуума:*

Цель проекта: исследовать работу двигателя малой тяги в условиях вакуума, чтобы определить его характеристики и возможности использования в космических миссиях.

Задачи проекта: создать условия вакуума для проведения испытаний, измерить параметры работы двигателя (тягу, удельный импульс и др.), сравнить результаты с теоретическими расчётами, сделать выводы об эффективности работы двигателя в условиях вакуума.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

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

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

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

Основная литература

1. Минашин, А. Г. Основы теории и проектирования жидкостных ракетных двигателей малой тяги. Часть 2 : учебное пособие / А. Г. Минашин, Б. Б. Петрикевич ; под. ред. Б. Б. Петрикевича. - Москва : Издательство МГТУ им. Баумана, 2015. - 48 с. - ISBN 978-5-7038-4015-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2160677>

Дополнительная литература

1. Сидоренко А. В. Газодинамическое проектирование турбореактивного двигателя малой тяги. – 2022.

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, 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»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Проектирование и отработка систем питания и управления и систем хранения и
подачи рабочего тела»**

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Лист согласования

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

Протокол № 15 от «7» марта 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 «Проектирование и отработка систем питания и управления и систем хранения и подачи рабочего тела».
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: «Проектирование и отработка систем питания и управления и систем хранения и подачи рабочего тела».

Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины "Проектирование и отработка систем питания и управления и систем хранения и подачи рабочего тела" заключается в освоении методов разработки и совершенствования систем, обеспечивающих эффективное питание, управление, хранение и подачу рабочего тела в двигательных установках. Результатом изучения дисциплины является умение анализировать требования к системам питания и управления, разрабатывать оптимальные решения, а также проводить отработку и оптимизацию этих систем для обеспечения их надежной и эффективной работы.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-2 Способен читать конструкторскую документацию на изделия и работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.</i>	<i>ПК-2.1 Использует на практике специализированный язык конструкторской документации. ПК-2.2 Использует методы численного моделирования при разработке различных инженерных систем. ПК-2.3 Демонстрирует базовые знания различных систем и программ моделирования конструкционных материалов.</i>	Знать: Основы проектирования систем питания и управления. Принципы работы систем хранения и подачи рабочего тела. Технические характеристики различных источников питания и систем управления. Уметь: Проектировать и моделировать системы питания и управления. Владеть: Навыками работы с программным обеспечением для моделирования и проектирования систем.
<i>ПК-3 Владеет знаниями свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.</i>	<i>ПК-3.1 Подбирает оборудование контроля и измерения параметров под необходимый материал. ПК-3.2 Решает задачи по расчету и моделированию свойств конструкционных материалов.</i>	Знать: Принципы выбора и интеграции компонентов системы питания и управления. Различные методы отладки и тестирования систем питания и управления. Уметь: Проводить эксперименты и анализировать результаты работоспособности систем хранения и подачи рабочего тела. Владеть: Навыками работы с различными приборами и инструментами для измерения и тестирования систем.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Проектирование и отработка систем питания и управления и систем хранения и подачи рабочего тела» представляет собой дисциплину Б1.В.ДВ.04.01 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.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Проектирование системы электропитания</i>	<i>Назначение системы. Состав системы. Солнечная батарея. Аккумуляторная батарея. Комплекс автоматики и стабилизации. Режимы работы и контроль работоспособности системы. Эксплуатационные характеристики системы.</i>
2	<i>Наземная экспериментальная отработка системы</i>	<i>Объем и порядок наземной экспериментальной отработки. Отработочные испытания подсистем. Стендовые отработочные испытания. Комплексные испытания системы в составе отработочных изделий.</i>

		<i>Отработка логики функционирования.</i>
3	<i>Проектирование системы терморегулирования</i>	<i>Назначение, анализ требований, формирование состава и структуры, их возможных альтернатив. Режимы работы и контроль работоспособности системы. Выбор основных обобщенных характеристик. Тепловой режим приборов, блоков и оборудования бортовых систем</i>
4	<i>Система управления бортовой аппаратурой, бортовая кабельная сеть, механические интерфейсы</i>	<i>Назначение, состав и краткая характеристика. Анализ требований. Особенности схемных решений. Основные эксплуатационные характеристики. распределение электроэнергии по потребителям; -коммутация и обеспечение токовой защиты цепей электропитания бортовых систем; -управление пиротехническими средствами, двигательной установкой, антенными переключателями, нагревателями.</i>
5	<i>Системы хранения энергии. Подача рабочего тела.</i>	<i>Аккумуляторная система хранения. Системы распределения и подачи топлива. Вытеснительная схема подачи. Капиллярные системы подачи.</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 *Проектирование системы электропитания*
- 2 *Наземная экспериментальная отработка системы*
- 3 *Проектирование системы терморегулирования*
- 4 *Система управления бортовой аппаратурой, бортовая кабельная сеть, механические интерфейсы*
- 5 *Системы хранения энергии. Подача рабочего тела.*

Рекомендуемая тематика практических занятий:

- 1 *Проектирование системы электропитания*
- 2 *Наземная экспериментальная отработка системы*
- 3 *Проектирование системы терморегулирования*
- 4 *Система управления бортовой аппаратурой, бортовая кабельная сеть, механические интерфейсы*
- 5 *Системы хранения энергии. Подача рабочего тела.*

Требования к самостоятельной работе студентов

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

- 1 *Проектирование системы электропитания*
- 2 *Наземная экспериментальная отработка системы*
- 3 *Проектирование системы терморегулирования*
- 4 *Система управления бортовой аппаратурой, бортовая кабельная сеть, механические интерфейсы*

5 *Системы хранения энергии. Подача рабочего тела.*

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

- 1 *Проектирование системы электропитания*
- 2 *Наземная экспериментальная отработка системы*
- 3 *Проектирование системы терморегулирования*
- 4 *Система управления бортовой аппаратурой, бортовая кабельная сеть, механические интерфейсы*
- 5 *Системы хранения энергии. Подача рабочего тела.*

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>Проектирование системы электропитания</i>	<i>ПК-2 ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
2	<i>Наземная экспериментальная отработка системы</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
3	<i>Проектирование системы терморегулирования</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
4	<i>Система управления бортовой аппаратурой, бортовая кабельная сеть, механические интерфейсы</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
5	<i>Системы хранения энергии. Подача рабочего тела.</i>	<i>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

1. *Какие методы и критерии используются при проектировании системы электропитания?*
2. *Какие аспекты необходимо учитывать при наземной экспериментальной отработке системы?*
3. *Какие технологии и методы используются при проектировании системы терморегулирования?*
4. *Какие принципы и стандарты используются при разработке системы управления бортовой аппаратурой?*
5. *Какие основные компоненты включает в себя бортовая кабельная сеть?*
6. *Какие особенности необходимо учитывать при проектировании механических интерфейсов для системы управления бортовой аппаратурой?*
7. *Какие испытания и критерии используются для проверки эффективности системы электропитания?*
8. *Какие этапы и ресурсы требуются для наземной экспериментальной отработки системы?*
9. *Как обеспечить оптимальную работу системы терморегулирования в различных условиях эксплуатации?*
10. *Как гарантировать качественное функционирование системы управления бортовой аппаратурой в экстремальных условиях?*
11. *Какие технологии и инновации используются для улучшения системы хранения энергии?*
12. *Как обеспечить безопасность и надежность подачи рабочего тела в системе хранения энергии?*
13. *Какие системы и подсистемы может включать в себя система хранения энергии и подачи рабочего тела?*

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. *Какие технические требования учитываются при проектировании системы электропитания для двигателя космического аппарата?*
2. *В каких условиях будет эксплуатироваться система электропитания, и как это влияет на ее проектирование?*
3. *Какие основные параметры и характеристики необходимо учитывать при наземной экспериментальной отработке системы двигателя космического аппарата?*
4. *Какие особенности терморегулирования необходимо предусмотреть для работы двигателя космического аппарата в вакууме космоса?*
5. *Какая планируемая продолжительность работы двигателя космического аппарата влияет на проектирование системы терморегулирования?*
6. *Какие основные принципы и методы используются при разработке системы управления бортовой аппаратурой для двигателя космического аппарата?*
7. *Какие особенности бортовой кабельной сети необходимо учитывать для надежной работы двигателя космического аппарата?*
8. *Какие основные аспекты механических интерфейсов должны быть предусмотрены для подключения двигателя космического аппарата к бортовой аппаратуре?*
9. *Какие основные принципы и методы применяются при разработке систем хранения энергии для двигателей космического аппарата?*
10. *Какие технологии и материалы используются для обеспечения надежной подачи рабочего тела в двигателях космического аппарата?*

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

Основы компоновки бортового оборудования пилотируемых космических аппаратов : учебное пособие / А. В. Туманов, В. В. Зеленцов, Н. Л. Павлов, Г. А. Щеглов ; под ред. Г. А. Щеглова. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2020. - 760 с. (Вооружение и военная техника). - ISBN 978-5-7038-5134-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1965790>

Дополнительная литература

1. Булдашев С. А. и др. СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТЫ ЖРДМТ В ДУ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ //Актуальные вопросы проектирования автоматических космических аппаратов для фундаментальных и прикладных научных исследований. – 2017. – С. 307-316.
2. Булдашев С. А. и др. СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТЫ ЖРДМТ В ДУ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ //Актуальные вопросы проектирования автоматических космических аппаратов для фундаментальных и прикладных научных исследований. – 2017. – С. 307-316.
3. Беляев Н. М., Уваров Е. И. Расчет и проектирование реактивных систем управления космических летательных аппаратов //М.: Машиностроение. – 1974. – Т. 199.

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, 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»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Промышленная безопасность и охрана труда на производстве двигателей
космических аппаратов»**

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

**Профиль: «Физические процессы в космических двигательных
установках»**

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2024

Лист согласования

Составитель: Левада Екатерина Викторовна, PhD, доцент
Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от «7» марта 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 «Промышленная безопасность и охрана труда на производстве двигателей космических аппаратов».
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: «Промышленная безопасность и охрана труда на производстве двигателей космических аппаратов».

Цель дисциплины «Промышленная безопасность и охрана труда на производстве двигателей космических аппаратов» — формирование у студентов знаний, умений и навыков в области обеспечения безопасности и охраны труда при производстве двигателей для космических аппаратов.

Задачи дисциплины:

- Изучение основных понятий и принципов промышленной безопасности и охраны труда.
- Ознакомление с нормативно-правовыми актами, регулирующими вопросы безопасности и охраны труда в космической отрасли.
- Формирование представления о возможных опасностях и рисках при работе с двигателями космических аппаратов и способах их предотвращения.
- Обучение методам и средствам контроля за соблюдением требований промышленной безопасности и охраны труда на производственных участках.
- Развитие навыков анализа и оценки состояния безопасности на рабочих местах, разработки и реализации мероприятий по улучшению условий труда и снижению рисков.
- Воспитание ответственности за соблюдение требований безопасности и охраны труда, формирование культуры безопасного поведения на производстве.
- Подготовка к самостоятельной профессиональной деятельности в области промышленной безопасности и охраны труда на предприятиях космической отрасли.

В результате изучения дисциплины студенты должны знать основные принципы и методы обеспечения безопасности и охраны труда, уметь применять их на практике, а также владеть навыками организации работы по обеспечению безопасности и охране труда на предприятии.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1	Способен разрабатывать конструкторскую документацию, 3D-модели конструкций образцов изделий с заданными характеристиками, с учётом требований технологичности.	Знать: 1. Основы промышленной безопасности и охраны труда; 2. Требования к конструкционным материалам и их характеристикам; 3. Принципы разработки конструкторской документации и 3D-моделей конструкций образцов изделий; 4. Особенности использования САД-программ при разработке 3D-моделей. Уметь: 1. Анализировать требования к конструкционным материалам;
	ПК-1.1. Решает задачи из области теории конструкционных материалов.	
	ПК-1.2. Использует САД-программы при разработке 3D-моделей.	

		<p>2. Разрабатывать конструкторскую документацию и 3D-модели с учётом требований технологичности;</p> <p>3. Использовать САD-программы для создания 3D-моделей;</p> <p>4. Оценивать риски и принимать меры по обеспечению безопасности производства.</p> <p>Овладеть навыками:</p> <p>1. Разработки конструкторских документов и 3D-моделей с использованием САD-систем;</p> <p>2. Методами анализа и оценки рисков в области промышленной безопасности;</p> <p>3. Способами обеспечения безопасности производственных процессов;</p> <p>4. Приёмами работы с нормативными документами и стандартами в области охраны труда.</p> <p>Конкретные знания, умения и навыки, которые студент должен приобрести в процессе изучения дисциплины, включают:</p> <p>1. Знание основных принципов и методов обеспечения промышленной безопасности и охраны труда на предприятиях космической отрасли;</p> <p>2. Умение разрабатывать конструкторские документы и 3D-модели, соответствующие требованиям технологичности и безопасности;</p> <p>3. Владение навыками работы с САD-системами для создания 3D-моделей и чертежей;</p> <p>4. Способность анализировать и оценивать риски в области промышленной безопасности, а также разрабатывать меры по их снижению;</p> <p>5. Понимание принципов работы с нормативно-правовыми актами и стандартами в сфере охраны труда и промышленной безопасности.</p>
--	--	---

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Промышленная безопасность и охрана труда на производстве двигателей космических аппаратов» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Анализ рисков и опасностей при производстве двигателей космических аппаратов.	Основные риски и опасности могут возникнуть при производстве двигателей для космических аппаратов. Методы анализа рисков, используемые при разработке и производстве двигателей космических аппаратов, и их особенности. Проведение оценки вероятности возникновения рисков при производстве двигателей. Меры

		<p>безопасности применяются при производстве двигателей для минимизации рисков и аварий на производстве. Последствия возможных аварий при производстве двигателей и меры их предотвращения.</p>
2	<p>Требования безопасности к оборудованию, материалам, персоналу и окружающей среде.</p>	<p>Требования безопасности к оборудованию. Обеспечение безопасности материалов, используемых в производстве. Меры обеспечения безопасности персонала на рабочем месте. Принципы охраны окружающей среды при эксплуатации оборудования. Нормативные документы, регулирующие требования безопасности к оборудованию, материалам, персоналу и окружающей среде.</p>
3	<p>Организация охраны труда на предприятии.</p>	<p>Основные принципы и подходы, используемые при организации охраны труда на предприятиях по производству двигателей для космических аппаратов. Меры безопасности должны на производстве двигателей космических аппаратов для предотвращения несчастных случаев и профессиональных заболеваний. Осуществление контроля за соблюдением требований охраны труда на таких предприятия. Требования, предъявляемые к обучению и повышению квалификации персонала в области охраны труда. Особенности организации охраны труда в условиях работы с высокоточным оборудованием и опасными материалами, используемыми при производстве двигателей космических аппаратов.</p>
4	<p>Пожарная безопасность на производстве.</p>	<p>Основные факторы, приводящие к возникновению пожара на производстве двигателей для космических аппаратов. Меры пожарной безопасности при работе с легковоспламеняющимися и горючими материалами,</p>

		используемыми в производстве двигателей. Требования к системам вентиляции и кондиционирования воздуха на производственных участках, где используются двигатели космических аппаратов. Осуществление контроля за соблюдением правил пожарной безопасности на производстве двигателей космических аппаратов. Действия, предпринимаемые в случае возникновения пожара на производственном участке, где изготавливаются двигатели для космических аппаратов.
5	Электробезопасность на производстве.	Основные правила электробезопасности, соблюдаемые при работе с двигателями космических аппаратов. Меры предосторожности при работе с высоковольтным оборудованием, используемым для тестирования двигателей космических аппаратов. Обеспечение безопасности при использовании электроинструмента и другого оборудования, работающего от электросети, в процессе сборки и испытания двигателей космических аппаратов. Требования предъявляемые к организации рабочего места при проведении работ по сборке и испытанию двигателей космических аппаратов с точки зрения электробезопасности. Действия, предпринимаемые в случае возникновения аварийной ситуации, связанной с электричеством, при работе с двигателями космических аппаратов.
6	Безопасность при работе с химическими веществами.	Основные правила безопасности при работе с токсичными и легковоспламеняющимися химическими веществами. Меры предосторожности при использовании химических веществ, которые могут вызвать коррозию или повреждение оборудования. Обеспечение безопасности при работе с кислотами и щелочами, используемыми в производстве двигателей космических аппаратов.

		Использование средств индивидуальной защиты при работе с опасными химическими веществами. Процедуры для утилизации и хранения химических отходов, образующихся при производстве двигателей космических аппаратов, чтобы обеспечить безопасность окружающей среды.
7	Охрана труда при использовании подъемно-транспортного оборудования.	Требования, предъявляемые к персоналу, работающему с подъемно-транспортным оборудованием при производстве двигателей для космических аппаратов. Осуществление контроля за состоянием подъемно-транспортных механизмов и приспособлений при производстве двигателей. Правила эксплуатации подъемно-транспортного оборудования на предприятии по производству двигателей космических аппаратов. Меры безопасности необходимо соблюдать при работе с подъемно-транспортными механизмами в цехах по производству двигателей. Проведение обучения персонала правилам работы с подъемно-транспортным оборудованием на производстве двигателей космических аппаратов.
8	Обеспечение безопасности при проведении ремонтных работ.	Основные меры безопасности при работе с двигателями космических аппаратов. Безопасность при использовании инструментов и оборудования в процессе ремонта двигателей. Требования, предъявляемые к персоналу, проводящему ремонтные работы на двигателях космических аппаратов. Осуществления контроля за соблюдением мер безопасности при ремонте двигателей космических аппаратов. Действия предпринимаемые в случае возникновения аварийной ситуации при проведении ремонтных работ.
9	Контроль за состоянием здоровья работников.	Основные факторы риска для здоровья при производстве двигателей космических аппаратов.

		<p>Меры предосторожности и безопасности на производстве для предотвращения возможных рисков для здоровья работников. Методы контроля за состоянием здоровья, применяемые на предприятиях по производству двигателей космических аппаратов, и их эффективность. Требования к медицинским осмотрам и проверки состояния здоровья работников, занятых в производстве двигателей космических аппаратов. Нормативные документы и стандарты, регулирующие контроль за состоянием здоровья на предприятиях по производству двигателей космических аппаратов в России.</p>
10	Обучение и повышение квалификации персонала.	<p>Основные требования, предъявляемые к обучению и повышению квалификации персонала, занятого в производстве двигателей для космических аппаратов. Методы и подходы, используемые для оценки уровня знаний и навыков персонала перед началом обучения или повышения квалификации. Современные технологии и инструменты, применяемые для организации эффективного обучения и повышения квалификации сотрудников, занятых в производстве двигателей космических аппаратов. Обеспечение непрерывного обучения и повышения квалификации персонала в условиях быстро меняющихся требований и технологий в космической отрасли? Факторы, влияющие на успешность обучения и повышения квалификации персонала на производстве двигателей космических аппаратов.</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):

Например,

- Тема 1. Анализ рисков и опасностей при производстве двигателей космических аппаратов.
- Тема 2. Требования безопасности к оборудованию, материалам, персоналу и окружающей среде.
- Тема 3. Организация охраны труда на предприятии.
- Тема 4. Пожарная безопасность на производстве.
- Тема 5. Электробезопасность на производстве.
- Тема 6. Безопасность при работе с химическими веществами.
- Тема 7. Охрана труда при использовании подъёмно-транспортного оборудования.
- Тема 8. Обеспечение безопасности при проведении ремонтных работ.
- Тема 9. Контроль за состоянием здоровья работников.
- Тема 10. Обучение и повышение квалификации персонала.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Например,

- Тема 1. Анализ рисков и опасностей при производстве двигателей космических аппаратов.
- Тема 2. Требования безопасности к оборудованию, материалам, персоналу и окружающей среде.
- Тема 3. Организация охраны труда на предприятии.
- Тема 4. Пожарная безопасность на производстве.
- Тема 5. Электробезопасность на производстве.
- Тема 6. Безопасность при работе с химическими веществами.
- Тема 7. Охрана труда при использовании подъёмно-транспортного оборудования.
- Тема 8. Обеспечение безопасности при проведении ремонтных работ.
- Тема 9. Контроль за состоянием здоровья работников.
- Тема 10. Обучение и повышение квалификации персонала.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Анализ рисков и опасностей при производстве двигателей космических аппаратов. Требования безопасности к оборудованию, материалам, персоналу и окружающей среде. Организация охраны труда на предприятии. Пожарная безопасность на производстве. Электробезопасность на производстве. Безопасность при работе с химическими веществами. Охрана труда при использовании подъёмно-транспортного оборудования. Обеспечение безопасности при проведении ремонтных работ. Контроль за состоянием здоровья работников. Обучение и повышение квалификации персонала.

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

1. Анализ безопасности производственного процесса:
 - Изучить технологический процесс производства двигателя космического аппарата и определить потенциальные опасности и риски.
 - Разработать меры по снижению рисков и обеспечению безопасности работников.
2. Оценка условий труда:
 - Провести анализ условий труда на рабочем месте, включая освещение, шум, вибрацию, температуру и влажность.
 - Определить соответствие условий труда нормативным требованиям и предложить меры по их улучшению.

3. Разработка инструкций по охране труда:
 - Составить инструкции по охране труда для различных видов работ на производстве двигателей космических аппаратов.
 - Включить в инструкции требования к оборудованию, средствам защиты, методам работы и т.д.
4. Решение ситуационных задач:
 - Предложить решения для конкретных ситуаций, связанных с безопасностью и охраной труда на производстве. Например: действия при возникновении пожара, как действовать при аварии и т.п.
5. Расчет параметров безопасности:
 - Рассчитать параметры безопасности для конкретного оборудования или процесса на производстве (например, уровень шума, вибрации, электромагнитного излучения и т.д.).
6. Изучение нормативных документов:
 - Проанализировать нормативные документы, регулирующие безопасность и охрану труда на производстве космических двигателей.
 - Выделить основные требования и рекомендации, которые должны соблюдаться на предприятии.
7. Исследование методов контроля и мониторинга:
 - Изучить методы контроля и мониторинга состояния безопасности и охраны труда на производстве.
 - Оценить эффективность этих методов и предложить улучшения.
8. Подготовка презентации:
 - Подготовить презентацию о состоянии безопасности и охраны труда на конкретном предприятии по производству двигателей космических аппаратов.
 - Включить в презентацию анализ рисков, меры по их снижению и результаты мониторинга.
9. Проект по улучшению условий труда:
 - Разработать проект по улучшению условий труда на определенном участке производства двигателей космических аппаратов.
 - Обосновать необходимость проекта, описать его цели, задачи и ожидаемые результаты.

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

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

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Анализ рисков и опасностей при производстве	ПК-1.1. ПК-1.2.	Опрос, тест

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<p>двигателей космических аппаратов.</p> <p>Тема 2. Требования безопасности к оборудованию, материалам, персоналу и окружающей среде.</p> <p>Тема 3. Организация охраны труда на предприятии.</p> <p>Тема 4. Пожарная безопасность на производстве.</p> <p>Тема 5. Электробезопасность на производстве.</p> <p>Тема 6. Безопасность при работе с химическими веществами.</p> <p>Тема 7. Охрана труда при использовании подъёмно-транспортного оборудования.</p> <p>Тема 8. Обеспечение безопасности при проведении ремонтных работ.</p> <p>Тема 9. Контроль за состоянием здоровья работников.</p> <p>Тема 10. Обучение и повышение квалификации персонала.</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 тестовые задания

По теме «Анализ рисков и опасностей при производстве двигателей космических аппаратов»

1. Какие основные риски и опасности могут возникнуть при производстве двигателей космических аппаратов?

- а) Механические повреждения, связанные с транспортировкой и установкой компонентов;
- б) Химические реакции, которые могут привести к взрывам или пожарам;
- в) Электромагнитные помехи, влияющие на работу электроники;
- г) Все вышеперечисленное.

2. Что такое анализ рисков и опасностей?

- а) Это процесс выявления и оценки потенциальных рисков и опасностей, связанных с производством двигателей космических аппаратов;
- б) Это метод предотвращения возможных аварий и инцидентов;
- в) Это способ обеспечения безопасности производства.

3. Какие методы анализа рисков и опасностей используются при производстве двигателей космических аппаратов?

- а) Анализ дерева отказов (FTA);
- б) Анализ видов и последствий отказов (FMEA);
- в) Метод анализа иерархий (МАИ);
- г) Все перечисленные методы.

4. Какие меры безопасности применяются при производстве двигателей космических аппаратов для снижения рисков и опасностей?

- а) Использование защитных экранов и ограждений;
- б) Применение средств индивидуальной защиты;
- в) Обучение персонала правилам безопасности;
- г) Соблюдение технологических процессов и процедур.

5. Какие факторы учитываются при анализе рисков и опасностей при производстве двигателей космических аппаратов?

- а) Технические характеристики двигателя;
- б) Условия эксплуатации;
- в) Квалификация персонала;
- г) Все указанные факторы.

Правильные ответы: 1 - г), 2 - а), 3 - г), 4 - г), 5 - г).

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Какие основные риски и опасности могут возникнуть при производстве двигателей для космических аппаратов?
2. Какие методы анализа рисков используются при разработке и производстве двигателей космических аппаратов, и в чём их особенности?
3. Как проводится оценка вероятности возникновения рисков при производстве двигателей?
4. Какие меры безопасности применяются при производстве двигателей, чтобы минимизировать риски и предотвратить аварии?
5. Каковы последствия возможных аварий при производстве двигателей и какие меры предпринимаются для их предотвращения?
6. Какие основные принципы и подходы используются при организации охраны труда на предприятиях по производству двигателей для космических аппаратов?
7. Какие меры безопасности должны быть предусмотрены на производстве двигателей космических аппаратов для предотвращения несчастных случаев и профессиональных заболеваний?
8. Как осуществляется контроль за соблюдением требований охраны труда на таких предприятиях?
9. Какие требования предъявляются к обучению и повышению квалификации персонала в области охраны труда?

10. Каковы особенности организации охраны труда в условиях работы с высокоточным оборудованием и опасными материалами, используемыми при производстве двигателей космических аппаратов?
11. Какие основные факторы могут привести к возникновению пожара на производстве двигателей для космических аппаратов?
12. Какие меры пожарной безопасности необходимо соблюдать при работе с легковоспламеняющимися и горючими материалами, используемыми в производстве двигателей?
13. Каковы требования к системам вентиляции и кондиционирования воздуха на производственных участках, где используются двигатели космических аппаратов?
14. Как осуществляется контроль за соблюдением правил пожарной безопасности на производстве двигателей космических аппаратов?
15. Какие действия должны быть предприняты в случае возникновения пожара на производственном участке, где изготавливаются двигатели для космических аппаратов?
16. Какие основные правила электробезопасности должны соблюдаться при работе с двигателями космических аппаратов?
17. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при работе с высоковольтным оборудованием, используемым для тестирования двигателей космических аппаратов?
18. Как обеспечить безопасность при использовании электроинструмента и другого оборудования, работающего от электросети, в процессе сборки и испытания двигателей космических аппаратов?
19. Какие требования предъявляются к организации рабочего места при проведении работ по сборке и испытанию двигателей космических аппаратов с точки зрения электробезопасности?
20. Какие действия следует предпринять в случае возникновения аварийной ситуации, связанной с электричеством, при работе с двигателями космических аппаратов?
21. Какие основные правила безопасности необходимо соблюдать при работе с токсичными и легковоспламеняющимися химическими веществами?
22. Какие меры предосторожности следует принимать при использовании химических веществ, которые могут вызвать коррозию или повреждение оборудования?
23. Как обеспечить безопасность при работе с кислотами и щелочами, используемыми в производстве двигателей космических аппаратов?
24. Какие средства индивидуальной защиты должны использоваться при работе с опасными химическими веществами, и как их правильно применять?
25. Какие процедуры должны быть предусмотрены для утилизации и хранения химических отходов, образующихся при производстве двигателей космических аппаратов, чтобы обеспечить безопасность окружающей среды?
26. Какие требования предъявляются к персоналу, работающему с подъёмно-транспортным оборудованием при производстве двигателей для космических аппаратов?
27. Как осуществляется контроль за состоянием подъёмно-транспортных механизмов и приспособлений при производстве двигателей?
28. Каковы правила эксплуатации подъёмно-транспортного оборудования на предприятии по производству двигателей космических аппаратов?
29. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при работе с подъёмно-транспортными механизмами в цехах по производству двигателей?
30. Каким образом проводится обучение персонала правилам работы с подъёмно-транспортным оборудованием на производстве двигателей космических аппаратов?
31. Какие основные меры безопасности должны быть предприняты при работе с двигателями космических аппаратов?

32. Как обеспечить безопасность при использовании инструментов и оборудования в процессе ремонта двигателей?
33. Какие требования предъявляются к персоналу, проводящему ремонтные работы на двигателях космических аппаратов?
34. Как осуществляется контроль за соблюдением мер безопасности при ремонте двигателей космических аппаратов?
35. Какие действия необходимо предпринять в случае возникновения аварийной ситуации при проведении ремонтных работ?
36. Какие основные факторы риска для здоровья могут возникнуть при производстве двигателей космических аппаратов?
37. Какие меры предосторожности и безопасности должны быть приняты на производстве для предотвращения возможных рисков для здоровья работников?
38. Какие методы контроля за состоянием здоровья применяются на предприятиях по производству двигателей космических аппаратов, и какие из них наиболее эффективны?
39. Как часто проводятся медицинские осмотры и проверки состояния здоровья работников, занятых в производстве двигателей космических аппаратов?
40. Какие нормативные документы и стандарты регулируют контроль за состоянием здоровья на предприятиях по производству двигателей космических аппаратов в России?

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. Пасютина, О. В. Охрана труда при технической эксплуатации электрооборудования : учебное пособие / О. В. Пасютина. - 4-е изд., стер. - Минск : РИПО, 2021. - 115 с. - ISBN 978-985-7253-65-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1854607>
2. Коробко, В. И. Охрана труда : учебное пособие / В. И. Коробко. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 176 с. - ISBN 978-5-9729-0834-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1902685>
3. Луцкович, Н. Г. Охрана труда. Лабораторный практикум : учебное пособие / Н. Г. Луцкович, Н. А. Шаргаева. - 4-е изд., испр. и доп. - Минск : РИПО, 2022. - 135 с. - ISBN 978-985-895-056-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1916366>

Дополнительная литература

1. Челноков А. А., Минаковский А. Ф., Радченко Ю. С. Охрана труда в химической промышленности. Вышэйшая школа. Учебное пособие, 2022.
2. Сибикин Ю. Д. Охрана труда и электробезопасность. Директ-Медиа. Учебное пособие, 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, 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»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Профессиональная подготовка на английском языке»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Лист согласования

Составитель: Ракова И.В., кандидат педагогических наук Ресурсного центра (кафедры) иностранных языков

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от «7»_марта_2024г.

Председатель Ученого совета

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

А.В. Юров
К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Профессиональная подготовка на английском языке».
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: «Профессиональная подготовка на английском языке».

Цель дисциплины: формирование у магистров иноязычной коммуникативной компетенции, уровень которой позволяет использовать иностранный язык в научной деятельности, а также дает возможность продолжить обучение и вести научную деятельность в иноязычной среде.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>УК-1: Способен к формированию и изменению собственных жизненно-образовательных маршрутов в профессиональных сообществах с учётом приоритетов собственной деятельности и национального развития</i>	<i>УК-1.1: Умеет анализировать проблемные ситуации, используя системный подход. УК-1.2: Использует способы разработки стратегии действий по достижению цели на основе анализа проблемной ситуации. УК-1.3: Демонстрирует знание этапов жизненного цикла проекта, методов и инструментов управления проектом на каждом из этапов. УК-1.4: Использует методы и инструменты управления проектом для решения профессиональных задач. УК-1.5: Демонстрирует знание методов формирования команды и управления командной работой. УК-1.6: Разрабатывает и реализует командную стратегию в групповой деятельности для достижения поставленной цели. УК-1.7: Редактирует, составляет и переводит различные академические тексты в том числе на иностранном(ых) языке(ах).</i>	<p>Знать: англоязычные языковые конструкции для описания жизненных ситуаций в контексте профессиональной деятельности;</p> <p>Уметь: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать с помощью англоязычных источников;</p> <p>Владеть: навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития, владеть технологиями профессиональной деятельности в сфере научных исследований в контексте мировых тенденций в науке и индустрии с использованием английского языка</p>

	<p><i>УК-1.8: Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на публичных мероприятиях, включая международные, в том числе на иностранном(ых) языке(ах).</i></p> <p><i>УК-1.9: Анализирует системы ценностей и учитывает их особенности в социальном взаимодействии.</i></p> <p><i>УК-1.10: Выстраивает профессиональное взаимодействие с учетом культурных особенностей представителей разных этносов, конфессий и социальных групп, а также приоритетов национального развития.</i></p> <p><i>УК-1.11: Обеспечивает создание недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач.</i></p> <p><i>УК-1.12: Оценивает свои личностные, ситуативные, временные ресурсы, оптимально их использует для успешного выполнения профессиональных задач.</i></p> <p><i>УК-1.13: Владеет индивидуально значимыми способами самоорганизации и саморазвития, выстраивает гибкую профессионально-образовательную траекторию.</i></p> <p><i>УК-1.14: Определяет способы совершенствования жизненно-образовательного маршрута в профессиональных сообществах, в том числе с учетом целей национального развития.</i></p>	
<p><i>ОПК-2: Способен организовывать и проводить</i></p>	<p><i>ОПК-2.1: Использует теоретические и</i></p>	<p>Знать: виды и особенности письменных текстов и устных</p>

<p><i>теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением специализированных фундаментальных знаний и практических подходов из области физико-математических наук.</i></p>	<p><i>экспериментальные физические и математические методы для решения научно-исследовательских задач.</i> <i>ОПК-2.2:</i> <i>Прогнозирует использование знаний, методов, подходов из области физики и математики для решения междисциплинарных задач.</i></p>	<p>выступлений; понимать общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные темы, в том числе узкоспециальные тексты Уметь: применять этические нормы использования иноязычной коммуникации; подбирать литературу по теме, составлять двуязычный словарь, переводить и реферировать специальную литературу, подготавливать научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы, объяснять свою точку зрения и рассказывать о своих планах. Владеть: навыками обсуждения знакомой темы, делая важные замечания и отвечая на вопросы; создания простого связного текста по знакомым или интересующим его темам, адаптируя его для целевой аудитории.</p>
<p><i>ПК-2</i> <i>Способен читать конструкторскую документацию на изделия и работать с 3D-моделями, созданными в CAD-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.</i></p>	<p><i>ПК-2.1. Использует на практике специализированный язык конструкторской документации.</i> <i>ПК-2.2. Использует методы численного моделирования при разработке различных инженерных систем.</i> <i>ПК-2.3.</i> <i>Демонстрирует базовые знания</i></p>	<p>Знать: Специализированный язык конструкторской документации, включая термины, фразы и стандартные обороты, используемые в инженерной сфере Уметь: Способность четко и понятно объяснять технические концепции на английском языке; Умение вести переговоры и обсуждать проекты на английском</p>

	<p><i>различных систем и программ моделирования конструкционных материалов.</i></p>	<p>языке, включая технические детали и требования. Владеть: Навыками эффективного использования технических терминов и аббревиатур в разговорной речи.</p>
--	---	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Профессиональная подготовка на английском языке» представляет собой дисциплину Б1.О.01. модуля по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа " Физические процессы в космических двигательных установках".

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>Principles of Operation and Classification of Space Propulsion Systems</i>	<i>This section covers the fundamental principles and types of space propulsion systems, including their operation and how they are categorized. The grammar focus may include present simple and present continuous tenses for describing how propulsion systems work and are classified.</i>
2	<i>Thermal Processes in Space Propulsion Systems</i>	<i>This section delves into the thermal aspects of space propulsion, such as combustion processes, heat transfer mechanisms, and managing thermal energy in propulsion systems. The grammar focus may include the use of passive voice to describe thermal processes and the use of technical vocabulary related to heat and energy transfer.</i>
3	<i>Electric Propulsion Systems for Spacecraft</i>	<i>This section focuses on electric propulsion technologies used in spacecraft, like ion thrusters and plasma engines, discussing their operation and advantages. The grammar focus may include the use of modal verbs to express possibility and necessity when discussing the advantages and functioning of electric propulsion systems.</i>
4	<i>Optimization of Space Propulsion Systems</i>	<i>This section explores methods to optimize space propulsion systems for better performance, efficiency, and cost-effectiveness through design improvements and operational strategies. The grammar focus may include the use of comparative and superlative forms to discuss improvements in performance and efficiency.</i>
5	<i>Environmental Effects on Space Propulsion Systems</i>	<i>This section examines how space propulsion systems interact with the environment, including issues like radiation exposure, chemical emissions, and their impact on spacecraft and surroundings. The grammar focus may include the use of conditional sentences to discuss potential environmental impacts and their consequences.</i>
6	<i>Alternative Propellant Utilization in Space Propulsion Systems</i>	<i>This section looks at using unconventional propellants, such as solar energy or electric power, in space propulsion systems to enhance efficiency and sustainability. The grammar focus may include the use of gerunds and</i>

		<i>infinitives to discuss the utilization of alternative propellants</i>
7	<i>Modeling and Calculations in Physical Processes of Space Propulsion Systems:</i>	<i>This section discusses the use of modeling and calculations to predict and analyze the physical processes involved in space propulsion systems for better design and performance. The grammar focus may include the use of technical vocabulary related to mathematics and physics, as well as the use of conditional statements for hypothetical scenarios</i>
8	<i>Trends in the Development of Space Propulsion Systems</i>	<i>This section covers the latest trends and advancements in space propulsion technology, including new innovations, research directions, and future prospects for the field. The grammar focus may include the use of future tenses to discuss upcoming developments and the use of adverbs to describe trends and advancements</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. *Principles of Operation and Classification of Space Propulsion Systems*
2. *Thermal Processes in Space Propulsion Systems*
3. *Electric Propulsion Systems for Spacecraft*
4. *Optimization of Space Propulsion Systems*
5. *Environmental Effects on Space Propulsion Systems*
6. *Alternative Propellant Utilization in Space Propulsion Systems*
7. *Modeling and Calculations in Physical Processes of Space Propulsion Systems*
8. *Trends in the Development of Space Propulsion Systems*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1. Principles of Operation and Classification of Space Propulsion Systems; Grammar: nouns of Latin and Greek origin Present Simple/Continuous

Тема 2. Thermal Processes in Space Propulsion Systems; Grammar: a. Past Simple and Past Continuous Past Perfect b. Avoiding repetition. That (of) / those (of)

Тема 3. Electric Propulsion Systems for Spacecraft .Grammar: Present Perfect Simple/Continuous Noun phrases in academic writing

- Тема 4. Optimization of Space Propulsion Systems. Grammar: Future Simple/Continuous/Perfect Present tenses with the future meaning*
- Тема 5. Environmental Effects on Space Propulsion Systems. Grammar: Passive voice Types of adverbs Planning and preparation to write your article*
- Тема 6. Alternative Propellant Utilization in Space Propulsion Systems . Grammar: Gerund/Infinitive forms; structuring of academic sentences*
- Тема 7. Modeling and Calculations in Physical Processes of Space Propulsion Systems: Inversion. How to write “introduction” part of your article*
- Тема 8. Trends in the Development of Space Propulsion Systems; Grammar: Complex subject, passive voice with the reporting verbs.*

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Principles of Operation and Classification of Space Propulsion Systems ,Thermal Processes in Space Propulsion Systems, Electric Propulsion Systems for Spacecraft, Optimization of Space Propulsion Systems, Environmental Effects on Space Propulsion Systems, Alternative Propellant Utilization in Space Propulsion Systems, Modeling and Calculations in Physical Processes of Space Propulsion Systems, Trends in the Development of Space Propulsion Systems.

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 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>Principles of Operation and Classification of Space Propulsion Systems</i>	ОПК-2 УК-1 ПК-2	<i>тест</i>
<i>Thermal Processes in Space Propulsion Systems</i>	ОПК-2 УК-1 ПК-2	<i>тест</i>
<i>Electric Propulsion Systems for Spacecraft</i>	ОПК-2 УК-1 ПК-2	<i>тест</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Optimization of Space Propulsion Systems</i>	ОПК-2 УК-1 ПК-2	<i>тест</i>
<i>Environmental Effects on Space Propulsion Systems</i>	ОПК-2 УК-1 ПК-2	<i>тест</i>
<i>Alternative Propellant Utilization in Space Propulsion Systems</i>	ОПК-2 УК-1 ПК-2	<i>тест</i>
<i>Modeling and Calculations in Physical Processes of Space Propulsion Systems</i>	ОПК-2 УК-1 ПК-2	<i>тест</i>
<i>Trends in the Development of Space Propulsion Systems</i>	ОПК-2 УК-1 ПК-2	<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

<i>Тип задания</i>	<i>Текст вопроса</i>	<i>Варианты ответов</i>	<i>Сложность вопроса</i>	<i>Описание</i>
SingleSelection	What is the primary application of GPS? (Choose the correct answer)	finding stolen cars /monitoring delivery vehicles/ navigation	1	Technology in use. What is the primary application of GPS?
SingleSelection	What is civil engineering? (Choose the correct answer)	mapping surface features/ setting out positions and levels of new structures/ navigation at sea	2	Technology in use. What is civil engineering?
SingleSelection	What are maritime applications of GPS? (Choose the correct answer)	highway navigation and vehicle tracking/ navigation and safety at sea/ air traffic control	1	Technology in use. What are maritime applications of GPS?
SingleSelection	An alarm sounds to ... (Complete the sentence)	warn you/ please you /calm you	1	Technology in use. An alarm sounds to ...
SingleSelection	Foundation is ... (Complete the sentence)	something you can find/ system used to control/ base	2	Technology in use. Foundation is

		supporting a building or structure		
SingleSelection	Rope made of many wires, usually metal is called ... (Complete the sentence)	cable /belt/ gears	2	Technology in use. Rope made of many wires, usually metal is called ...
SingleSelection	What does space elevator connect? (Choose the correct answer)	the earth's surface to stars /the earth's surface to space/ the earth's surface to the sun	3	Technology in use. What does space elevator connect?
SingleSelection	How do we call the instruments and equipment carried in a space craft? (Choose the correct answer)	cargo /load /payload	3	Technology in use. How do we call the instruments and equipment carried in a space craft?
SingleSelection	Powered means...	have movement directed/ moved by force carried	2	Technology in use. Powered means ...
SingleSelection	Cable needs strength -to - weight ... (Complete the sentence)	ratio /structure/ definition	1	Technology in use. Cable needs strength -to - weight ...
SingleSelection	Alternative term for pulley is ... (Complete the sentence)	solar power/ pile /sheave	2	Technology in use. Alternative term for pulley is ...
SingleSelection	Steel ...in concrete (Complete this expression)	Strength/foundation /reinforcement	3	Technology in use. Steel ...in concrete
SingleSelection	What is liquid to reduce friction between moving parts? (Choose the correct answer)	Oils/ lubricant/ substance	3	Technology in use. What is liquid to reduce friction between moving parts?
SingleSelection	We are not sure ... this hypothesis is true. (Complete the sentence)	Whether/ weather /whatever	1	Technology in use. We are not sure ... this hypothesis is true.
SingleSelection	This article is often ... (Complete the sentence)	written about/ referred to/ acted on	2	Technology in use. This article is often ...

SingleSelection	A charged particle is acted upon by ... (Complete the sentence)	electrons /physicists/ forces	1	Technology in use. A charged particle is acted upon by ...
SingleSelection	Redundant satellites that litter orbital space are called ... (Complete the sentence)	Garbage/ space debris/ wastes	2	Technology in use. Redundant satellites that litter orbital space are called ...
SingleSelection	What is device which transforms electrical energy into rotary motion? (Choose the correct answer)	Gears/ bearing /motor	3	Technology in use. What is device which transforms electrical energy into rotary motion?
SingleSelection	.The resistance of an object to acceleration or deceleration due to its mass is called ... (Complete the sentence)	Inertia/expansion /friction	3	Technology in use. The resistance of an object to acceleration or deceleration due to its mass is called ...
SingleSelection	There's a setting on the GPS that ... it to detect the movement. (Complete the sentence)	Prevents/ ensures /allows	2	Technology in use. There's a setting on the GPS that ... it to detect the movement.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. You are consulting engineers preparing to work with a space agency to design an unmanned landing module. The module, which will carry scientific equipment, is intended to detach from a space ship orbiting Mars and land on the planet. At this stage, this is all you know about the project. In pairs, prepare a list of the main questions you will need to ask at the needs analysis meeting using the following ideas: type of scientific equipment, size/weight of equipment, solidity/fragility of equipment, surface conditions at landing site.

2. In pairs, discuss how computer pointing devices have improved since the first mouse invented. Use the following words: ball, button, first mechanical mouse, optical mouse, optical sensors, refined mechanical mouse, sensitive surface, touchpad, and wheel, wireless.

3. In pairs, think of an operation you are familiar with that requires safety precautions. Student A, you are a safety officer; explain the precautions to a new employee. Student B, you are a new employee. Swap roles and practice again.

4. Imagine you are training new engineers in your workplace (or a workplace you know). In pairs, explain the main requirements of some regulations or standards that are relevant to your industry using the following points: key legal requirements, the kinds of operation that must comply with regulations, practices/procedures that are permitted, and practices/procedures that are prohibited.

5. What is needs analysis? In pairs, discuss why the following factors are important in needs analysis, giving examples of products and installations: budget, capacity, dimensions, layout, looks, performance, regulations, and timescale.

6. In pairs, discuss the following questions about creative thinking.

- What are the most effective ways of coming up with ideas and finding ingenious solutions to technical problems?
- What do you think about brainstorming – generating many ideas randomly in a group session, without analysis initially, and then subjecting each idea to analysis and criticism as a second phase?
- When creative thinking is required to solve problems, what are the pros and cons of working individually, in small groups, or in large groups?

7. Some engineering or industrial activities are especially dangerous. In pairs, think of more examples to add to the following list:

- Manufacturing processes using dangerous chemicals
- Casting and welding involving high temperatures.

8. In pairs, discuss the difference between an automated and a manual system.

What do you think a Building Management System (BMS) does in intelligent buildings? Suggest some operations that can be monitored and controlled automatically by the BMS in large buildings such as offices.

9. In pairs, think of monitoring and control systems that are widely used around the home. Discuss how the following parameters are measured and/or controlled in these common domestic appliances.

Parameters: temperature, pressure, time, actions/movements

Appliances: boilers, heating systems, refrigerators, washing machines

10. Prepare a short talk on the operation of a pumped storage hydroelectric power station for visitors to the power generation company. Student A, you are an electric engineer; Student B, you

are a visitor on a tour of the plant. Use the words: gravity, high (low) level, mountain, pumps, reservoir, and turbines.

11. In pairs, discuss the following tests and experiments and their main advantages and disadvantages:

- Computer models and simulations
- Reduced –scale testing
- Full-scale testing.

12. In pairs, discuss the difference between expectations and results. Give an example relating to research and development (R&D) in engineering.

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 обосновывать практику применения	хорошо		71-85

	ности и инициативы				
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. Бессонова Е.В., Раковская Е.А. / Professional English in Use: учебно-практическое пособие, 2017. <https://znanium.ru/catalog/document?id=329119>
2. Лазарева И.Н. / English for Introducing to the Science, 2020. <https://znanium.ru/catalog/document?id=361794>
3. Тер-Авакян И.В., Филипчук О.В., Чередниченко О.И. / English for Research Students, 2020. <https://znanium.ru/catalog/document?id=397580>

Дополнительная литература

1. Mark Ibbotson. Professional English in Use. Technical English for Professionals. Cambridge University Press, 2009.
2. Virginia Evans, Jenny Doodly, Irina Shiahova. New Round-up. Grammar. Pearson. Longman, 2011.
3. Raymond Murphy. Essential Grammar in Use. A self-study reference and practice book for elementary students of English. Cambridge University Press, 2007.
4. Курашвили Е.И. Английский язык для студентов-физиков. Второй этап обучения : учебное пособие/ Е.И. Курашвили, И.И. Кондратьева, В.С. Штрунова . — 2-е изд. , перераб. и доп. — М.: Астрель: АСТ, 2005.
5. Mark Ibbotson. Cambridge English for Engineering. Upper Intermediate Student's Book with Audio CDs. Cambridge University Press, 2010.
6. Tamzen Armer. Cambridge English for Scientists. Upper Intermediate Student's Book with Audio CDs. Cambridge University Press, 2012.

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, 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;
- <http://www.cambridgeenglish.org.ru/exams-and-qualifications>;
- <http://www.learnenglishfeelgood.com>;
- <http://esl.about.com/od/englishvocabulary/ig/Visual-Dictionary>;
- <http://www.learnenglish.de/vocabulary>;
- <http://www.englishclub.com/vocabulary>;
- <http://www.wisdomextract.com>;
- <http://www.bbc.co.uk>;
- <http://www.bbc.com/news>;
- <http://spotlightenglish.com>;
- <http://www.cambridge-centre.ru>;
- <https://www.ted.com>

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

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

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

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

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

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Рабочие тела двигателей КА»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

**Профиль: «Физические процессы в космических двигательных
установках»**

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2024

Лист согласования

Составитель: Хартов Сергей Анатольевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры 208 МАИ (НИУ)
Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от 7 марта 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 «Рабочие тела двигателей КА».
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: «Рабочие тела двигателей КА».

Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины «Рабочие тела двигателей космических аппаратов» — дать студентам знания и навыки, необходимые для понимания принципов работы и выбора рабочих тел для различных типов ракетных двигателей, используемых в космических аппаратах.

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 конструкторскую документацию, 3D-модели конструкций образцов изделий с заданными характеристиками, с учётом требований технологичности.</i>	<i>ПК-1.1 Решает задачи из области теории конструкционных материалов. ПК-1.2 Использует САД-программы при разработке 3D-моделей. ПК-1.3 Подбирает необходимые технологические параметры при разработке моделей изделий под заданные характеристики.</i>	Знать: научно-техническую информацию по свойствам рабочих тел электроракетных двигателей Уметь: рассчитывать параметры рабочего тела при его хранении и эксплуатации в электроракетном двигателе Владеть: методами выбора и обоснования применения рабочего тела в электроракетном двигателе
<i>ПК-3 Владеет знаниями свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.</i>	<i>ПК-3.1 Подбирает оборудование контроля и измерения параметров под необходимый материал. ПК-3.2 Решает задачи по расчету и моделированию свойств конструкционных материалов.</i>	Знать: основные типы рабочих тел (жидкости, газы, твёрдые вещества); принципы работы жидкостных и твердотопливных ракетных двигателей; Уметь: рассчитывать характеристики рабочих тел (плотность, температура, давление и др.); Владеть: навыками самостоятельной работы с научной литературой и экспериментальными данными по тематике двигателестроения.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Рабочие тела двигателей КА» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Рабочие тела космической энергосиловой установки (КЭСУ)	Структурная схема космической энергосиловой установки. Рабочие тела космической энергосиловой установки и их функции
2	Условия хранения и эксплуатации рабочих тел электроракетных двигателей (ЭРД)	Условия хранения и эксплуатации рабочих тел ЭРД. Особенности заправки рабочих тел в различных агрегатных состояниях
3	Химические свойства рабочих тел ЭРД	Химические свойства рабочих тел ЭРД. Энергия ионизации и диссоциации рабочих тел
4	Фазовые переходы рабочих тел в КЭСУ	Фазовые переходы рабочих тел в КЭСУ. Процессы кипения, плавления и сублимации
5	Особенности структуры рабочих тел ЭРД в жидком и твердом состоянии	Особенности структуры рабочих тел ЭРД в жидком и твердом состоянии. Основы зонной теории твердых тел

6	Физические свойства рабочих тел ЭРД в различных агрегатных состояниях	Расчет теплоемкости, теплопроводности и плотности рабочих тел от температуры
7	Особенности плазменного состояния рабочих тел ЭРД	Особенности плазменного состояния рабочих тел ЭРД. Ударная и радиационная ионизация и рекомбинация. Расчет состава равновесной плазмы аргона
8	Взаимодействие частиц в плазме	Усредненные сечения взаимодействия. Сечения ударной ионизации и фотоионизации. Степень ионизации плазмы
9	Особенности расчета переносных свойств плазмы	Особенности расчета переносных свойств плазмы (теплопроводности, вязкости и электропроводности)
10	Методы расчета переносных свойств плазмы	Расчет теплопроводности аргоновой плазмы упрощенным методом. Расчет электропроводности плазмы аргона упрощенным методом.
11	Особенности расчета термодинамических свойств рабочих тел при наличии химических реакций	Расчет теплоемкости. Внутренней энергии и энтальпии плазмы аргона.
12	Особенности применения рабочих тел в энергетических установках (ЭУ)	Особенности применения рабочих тел в ЭУ. Жидкие и газообразные рабочие тела ЭУ. Фазовые переходы рабочих тел в ЭУ
13	Переносные свойства жидкометаллических и жидких рабочих тел в ЭУ	Переносные свойства жидкометаллических и жидких рабочих тел в ЭУ. Электропроводность жидких металлов и электролитов
14	Теория термодинамического подобия рабочих тел	Расчет свойств рабочих тел ЭУ с использованием теории термодинамического подобия
15	Эксплуатационные особенности рабочих тел ЭУ	Эксплуатационные особенности рабочих тел ЭУ (щелочные металлы, инертные газы, водород)
16	Требования к теплоносителям и энергоносителям космической энергетической установки	Требования к теплоносителям и энергоносителям космической энергетической установки. Выбор энергоносителя для химических источников тока
17	Оптимизация выбора рабочего тела КЭСУ	Критерии выбора рабочего тела КЭСУ. Многопараметрическая оптимизация по массе КЭСУ и массе полезной нагрузки

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: Структурная схема космической энергосиловой установки. Рабочие тела космической энергосиловой установки и их функции.

Тема 2: Условия хранения и эксплуатации рабочих тел ЭРД. Особенности заправки рабочих тел в различных агрегатных состояниях.

Тема 3: Химические свойства рабочих тел ЭРД. Энергия ионизации и диссоциации рабочих тел.

Тема 4: Фазовые переходы рабочих тел в КЭСУ. Процессы кипения, плавления и сублимации.

Тема 5: Особенности структуры рабочих тел ЭРД в жидком и твердом состоянии. Основы зонной теории твердых тел.

Тема 6: Усредненные сечения взаимодействия. Сечения ударной ионизации и фотоионизации. Степень ионизации плазмы.

Тема 7: Особенности расчета переносных свойств плазмы (теплопроводности, вязкости и электропроводности).

Тема 8: Особенности применения рабочих тел в ЭУ. Жидкие и газообразные рабочие тела ЭУ. Фазовые переходы рабочих тел в ЭУ.

Тема 9: Переносные свойства жидкометаллических и жидких рабочих тел в ЭУ. Электропроводность жидких металлов и электролитов.

Тема 10: Эксплуатационные особенности рабочих тел ЭУ (щелочные металлы, инертные газы, водород).

Тема 11: Требования к теплоносителям и энергоносителям космической энергетической установки. Выбор энергоносителя для химических источников тока.

Тема 12: Критерии выбора рабочего тела КЭСУ. Многопараметрическая оптимизация по массе КЭСУ и массе полезной нагрузки.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1: Расчет теплоемкости, теплопроводности и плотности рабочих тел от температуры.

Тема 2: Особенности плазменного состояния рабочих тел ЭРД. Ударная и радиационная ионизация и рекомбинация. Расчет состава равновесной плазмы аргона.

Тема 3: Расчет теплопроводности аргоновой плазмы упрощенным методом.

Тема 4: Расчет электропроводности плазмы аргона упрощенным методом.

Тема 5: Расчет теплоемкости. Внутренней энергии и энтальпии плазмы аргона.

Тема 6: Расчет свойств рабочих тел ЭУ с использованием теории термодинамического подобия.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Требования к энергоносителям КЭУ и выбор энергоносителей. Особенности выбора энергоносителей для химических источников тока. Критерии оптимизации выбора рабочего тела для КЭСУ. Многопараметрическая оптимизация по массе КЭСУ и массе полезной нагрузки.

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Требования к энергоносителям КЭУ и выбор энергоносителей. Особенности выбора энергоносителей для химических источников тока. Критерии оптимизации выбора рабочего тела для КЭСУ. Многопараметрическая оптимизация по массе КЭСУ и массе полезной нагрузки.

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	Рабочие тела космической энергосиловой установки (КЭСУ)	ПК-1; ПК-3	<i>Опрос</i>

	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
			текущий контроль по дисциплине
2	Условия хранения и эксплуатации рабочих тел электроракетных двигателей (ЭРД)	ПК-1; ПК-3	<i>Опрос</i>
3	Химические свойства рабочих тел ЭРД	ПК-1; ПК-3	<i>Опрос</i>
4	Фазовые переходы рабочих тел в КЭСУ	ПК-1; ПК-3	<i>Опрос</i>
5	Особенности структуры рабочих тел ЭРД в жидком и твердом состоянии	ПК-1; ПК-3	<i>Опрос</i>
6	Физические свойства рабочих тел ЭРД в различных агрегатных состояниях	ПК-1; ПК-3	<i>Опрос</i>
7	Особенности плазменного состояния рабочих тел ЭРД	ПК-1; ПК-3	<i>Опрос</i>
8	Взаимодействие частиц в плазме	ПК-1; ПК-3	<i>Опрос</i>
9	Особенности расчета переносных свойств плазмы	ПК-1; ПК-3	<i>Опрос</i>
10	Методы расчета переносных свойств плазмы	ПК-1; ПК-3	<i>Опрос</i>
11	Особенности расчета термодинамических свойств рабочих тел при наличии химических реакций	ПК-1; ПК-3	<i>Опрос</i>
12	Особенности применения рабочих тел в энергетических установках (ЭУ)	ПК-1; ПК-3	<i>Опрос</i>
13	Переносные свойства жидкометаллических и жидких рабочих тел в ЭУ	ПК-1; ПК-3	<i>Опрос</i>
14	Теория термодинамического подобия рабочих тел	ПК-1; ПК-3	<i>Опрос</i>
15	Эксплуатационные особенности рабочих тел ЭУ	ПК-1; ПК-3	<i>Опрос</i>
16	Требования к теплоносителям и энергоносителям космической энергетической установки	ПК-1; ПК-3	<i>Опрос</i>
17	Оптимизация выбора рабочего тела КЭСУ	ПК-1; ПК-3	<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. Какие основные требования предъявляются к рабочим телам космической энергосиловой установки (КЭСУ)?
2. Каковы условия хранения и эксплуатации рабочих тел электроракетных двигателей (ЭРД)? Какие меры предосторожности необходимо соблюдать?

3. *Какие химические свойства рабочих тел ЭРД являются наиболее важными для их эффективной работы?*
4. *Какие фазовые переходы могут происходить с рабочими телами в КЭСУ, и как они влияют на работу системы?*
5. *В чём заключаются особенности структуры рабочих тел ЭРД в жидком и твёрдом состоянии, и какие преимущества это даёт для использования в космических энергосиловых установках?*
6. *Какие физические свойства рабочих тел ЭРД в различных агрегатных состояниях наиболее важны для их эффективной работы?*
7. *Как изменяются физические свойства рабочего тела при переходе из одного агрегатного состояния в другое?*
8. *Каковы особенности плазменного состояния рабочих тел ЭРД, и как они влияют на работу системы?*
9. *Что такое плазма, и какие условия необходимы для её создания?*
10. *Какие частицы присутствуют в плазме, и каким образом они взаимодействуют друг с другом?*
11. *Какие процессы происходят в плазме при взаимодействии частиц?*
12. *Как рассчитать переносные свойства плазмы, такие как проводимость, теплопроводность и вязкость?*
13. *Какие факторы влияют на перенос заряженных частиц в плазме?*
14. *Как влияет температура плазмы на её переносные свойства?*
15. *Какие методы используются для измерения переносных свойств плазмы?*
16. *В чём заключается особенность расчёта переносных свойств плазмы в условиях космического пространства?*
17. *Какие проблемы возникают при расчёте переносных свойств плазмы и как их можно решить?*
18. *Какие преимущества даёт использование плазмы в качестве рабочего тела ЭРД?*
19. *Какие ограничения существуют при использовании плазмы в космических энергосиловых установках?*
20. *Каковы перспективы развития плазменных технологий в космической энергетике?*

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. *Какие особенности применения рабочих тел в энергетических установках (ЭУ) существуют и как они влияют на работу системы?*
2. *Каковы переносные свойства жидкометаллических и жидких рабочих тел в ЭУ, и какие преимущества это даёт для использования в космических энергосиловых установках?*
3. *Что такое теория термодинамического подобия рабочих тел, и как она применяется при проектировании ЭУ?*
4. *Какие эксплуатационные особенности рабочих тел ЭУ необходимо учитывать при их использовании?*
5. *Как влияет температура рабочего тела на его переносные свойства в ЭУ?*
6. *Какие факторы могут привести к изменению свойств рабочих тел в процессе эксплуатации ЭУ?*
7. *Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при работе с рабочими телами в ЭУ для обеспечения безопасности и эффективности работы системы?*

8. В чём заключаются особенности расчёта переносных свойств рабочих тел в условиях космического пространства?
9. Какие проблемы возникают при расчёте переносных свойств рабочих тел и как их можно решить?
10. Каковы перспективы развития технологий использования рабочих тел в космических энергетических установках?
11. Какие основные требования предъявляются к теплоносителям и энергоносителям космической энергетической установки?
12. Каковы критерии выбора оптимального теплоносителя для космической энергетической установки, учитывая его физические свойства и характеристики?
13. Как оптимизировать выбор рабочего тела КЭСУ с учётом его термодинамических свойств и эффективности работы в различных условиях эксплуатации?
14. Какие факторы следует учитывать при выборе рабочего тела для космической энергетической установки с целью обеспечения её надёжности и безопасности?
15. Какие методы оптимизации выбора рабочего тела КЭСУ существуют и какие из них наиболее эффективны?
16. В чём заключаются особенности оптимизации выбора рабочего тела для космических энергетических установок, работающих в экстремальных условиях?

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

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

Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по 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. Клещин, Э. В. Рабочие процессы, конструкция и основы расчета двигателей внутреннего сгорания/Клещин Э.В., Гилета В.П. - Новосибирск : НГТУ, 2009. - 256 с.: ISBN 978-5-7782-1335-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549067>

Дополнительная литература

1. Бургасов М.П., Клочкова Л.Л., Рыбаков В.В. Методические указания к решению задач для практических занятий по электрофизическому циклу. - М.: МАИ, 1986
2. Франк-Каменецкий Д.А. Лекции по физике плазмы. - М.: Атомиздат, 1986
3. Митчер М., Крюгер Ф. Частично ионизованные газы. - М.: Наука, 1978
4. Квасников Л.А., Латышев Л.А., Пономарев-Степной Н.Н., Севрук Д.Д., Тихонов В.Б. Теория и расчет энергосиловых установок летательных аппаратов - М.: МАИ, 2001
5. Клочкова Л.Л. рабочие тела энергосиловых установок летательных аппаратов. - М.: Машиностроение, 1984

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, 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»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Современные системы электропитания двигателей КА»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2024

Лист согласования

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

Протокол № 15 от «7» марта 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 «Современные системы электропитания двигателей КА».
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: «Современные системы электропитания двигателей КА».

Цель дисциплины

Ознакомиться с современными способами электропитания двигателей КА, их техническими характеристиками, устройством, принципами работы.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-2 Способен читать конструкторскую документацию на изделия и работать с 3D-моделями, созданными в САД-системах, проводить стационарные и нестационарные расчёты.</i>	<i>ПК-2.1 Использует на практике специализированный язык конструкторской документации. ПК-2.2 Использует методы численного моделирования при разработке различных инженерных систем. ПК-2.3 Демонстрирует базовые знания различных систем и программ моделирования конструкционных материалов.</i>	<i>Знать: Блок схему электрореактивной двигательной установки. Функции систем электропитания. Уметь: рассчитывать характеристики питания. Владеть: навыками проектирования систем питания.</i>
<i>ПК-3 Владеет знаниями свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.</i>	<i>ПК-3.1 Подбирает оборудование контроля и измерения параметров под необходимый материал. ПК-3.2 Решает задачи по расчету и моделированию свойств конструкционных материалов.</i>	<i>Знать: Структурную схему питания и управления СПД Уметь: Читать структурно-функциональные схемы источников питания. Владеть: навыками оценки свойств систем питания и управления (СПУ) двигательной установкой.</i>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современные системы электропитания двигателей КА» представляет собой дисциплину Б1.В.ДВ.01.02 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	Источники электропитания электроракетного двигателя (ЭРПД) плазменного	Стабилизатор напряжения разряда (СНР), стабилизатор тока нагревателя катода (СТНК), стабилизатор тока магнитной катушки (СТМК), генератор поджигающих импульсов (ГПИ).
2	Функции системы питания и управления	Преобразование бортового напряжения. Подготовка к пуску и пуск СПД по заданной Программе. Контроль режимов работы и стабилизация выходных параметров. Диагностика аварийных ситуаций и восстановление работоспособности ЭРДУ по командам с БВК включением резервных устройств вместо отказавших. Прием и исполнение команд управления (КУ), поступающих с бортового вычислительного комплекса.
3	Проектирование системы электропитания	Назначение, анализ требований, формирование состава и структуры. Режимы работы и контроль работоспособности системы. Выбор основных обобщенных характеристик. Солнечные батареи (СБ); Аккумуляторные батареи (АБ);

		<i>Устройство управления и автоматики; Кабельная сеть. Структурная схема СЭП. Комплекс автоматики и стабилизации. Основные эксплуатационные характеристики.</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 Источники электропитания электроракетного плазменного двигателя (ЭРПД)
- 2 Функции системы питания и управления
- 3 Проектирование системы электропитания

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

- 1 Источники электропитания электроракетного плазменного двигателя (ЭРПД)
- 2 Функции системы питания и управления
- 3 Проектирование системы электропитания

Требования к самостоятельной работе студентов

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

- 1 Источники электропитания электроракетного плазменного двигателя (ЭРПД)
- 2 Функции системы питания и управления
- 3 Проектирование системы электропитания

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

- 1 Источники электропитания электроракетного плазменного двигателя (ЭРПД)
- 2 Функции системы питания и управления
- 3 Проектирование системы электропитания

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>Источники электропитания электроракетного плазменного двигателя (ЭРПД)</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Опрос</i>
2	<i>Функции системы питания и управления</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
3	<i>Проектирование системы электропитания</i>	<i>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

1. рабочее напряжение
2. мощность СБ в конце срока активного существования КА
3. максимальная рабочая температура СБ в условиях эксплуатации;
4. минимальная рабочая температура СБ в условиях эксплуатации;
5. вероятность безотказной работы СБ в течение срока активного существования КА;
6. номинальная электрическая ёмкость в начале срока активного существования КА;
7. напряжение конца заряда аккумуляторной батареи;
8. напряжение конца разряда аккумуляторной батареи;
9. ток заряда аккумуляторной батареи;
10. ток разряда аккумуляторной батареи;
11. допустимая глубина разряда аккумуляторной батареи;
12. диапазон рабочих температур аккумуляторной батареи;
13. количество циклов “заряд-разряд”;
14. ресурс системы;
15. Критерии выбора типоразмера аккумуляторной батареи;

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Интенсивность и глубина циклирования АБ при функционировании КА.
2. Никель-кадмиевые герметичные (НКГ) - NiCd, никель-водородные (НВ) – NiH и NiMH; литиевые – Li-ion и Li-C аккумуляторные батареи.
3. Структурная схема СЭП на базе солнечных батарей и аккумуляторных батарей.
4. Аккумуляторная батарея (АБ). Состав и функция.
5. Тензопреобразователи и сигнализаторы давления в АБ.
6. Интенсивность и глубина циклирования АБ при функционировании КА.
7. АБ на основе никеля.
8. Обеспечения управления элементами СЭП и контроль за их состоянием.
9. Обеспечение передачи массива параметров, описывающих состояние СЭП, в тракт сбора информации КА.

10. Режимы работы СЭП

11. Функционирование КА по заданной циклограмме.

12. Время существования с учетом ограничений на габаритные и массовые характеристики.

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. Актуальные проблемы ракетного двигателестроения : монография / Д. А. Ягодников, В. П. Александренков, Ю. Н. Власов [и др.] ; под ред. Д. А. Ягодникова. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2017. - 296 с. - ISBN 978-5-7038-4586-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1962519>
2. Введение в ракетно-космическую технику : в двух томах. Том 2. Космические аппараты и их системы. Проектирование и перспективы развития ракетно-космических систем : учебное пособие / А. П. Аверьянов, Л. Г. Азаренко, Г. Г. Воикии [и др.] ; под. общ. ред. Г. Г. Вокина. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 444 с. - ISBN 978-5-9729-0684-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1832030>

Дополнительная литература

1. Боязитов С. Ю. и др. Система электропитания корректирующей двигательной установки малого космического аппарата //Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2010. – Т. 316. – №. 4.
2. Гордеев К. Г. и др. Системы питания и управления электрореактивными двигательными установками автоматических космических аппаратов //Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2009. – Т. 315. – №. 4.

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, 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»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория двигателей космических аппаратов»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Лист согласования

Составитель: Хартов Сергей Антольевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры 208 МАИ (НИУ)

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от 7 марта 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 «Теория двигателей космических аппаратов».
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: «Теория двигателей космических аппаратов».

Цель дисциплины

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<p><i>ОПК-2 Способен организовывать и проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением специализированных фундаментальных знаний и практических подходов из области физико-математических наук.</i></p>	<p><i>ОПК-2.1 Использует теоретические и экспериментальные физические и математические методы для решения научно-исследовательских задач.</i> <i>ОПК-2.2 Прогнозирует использование знаний, методов, подходов из области физики и математики для решения междисциплинарных задач.</i></p>	<p>Знать: Основные понятия и определения, связанные с тяговыми системами космических аппаратов (КА). Принципы работы и основные характеристики тепловых машин, используемых в тяговых системах КА. Устройство и принцип действия жидкостных ракетных двигателей (ЖРД), их преимущества и недостатки. Уметь: Анализировать технические характеристики тяговых систем различных типов. Рассчитывать основные параметры тяговых систем (тягу, удельный импульс, расход топлива) для заданных условий полёта. Владеть: Навыками работы с техническими характеристиками тяговых систем и их элементов. Навыками проведения расчётов основных параметров тяговых систем.</p>
<p><i>ПК-1 Способен разрабатывать конструкторскую документацию, 3D-модели конструкций образцов изделий с заданными характеристиками, с учётом требований технологичности.</i></p>	<p><i>ПК-1.1 Решает задачи из области теории конструкционных материалов.</i> <i>ПК-1.2 Использует САД-программы при разработке 3D-моделей.</i> <i>ПК-1.3 Подбирает необходимые технологические параметры при разработке моделей изделий под заданные характеристики.</i></p>	<p>Знать: Особенности конструкции и эксплуатации твердотопливных ракетных двигателей (ТРД), их применение в космической технике. Принцип работы ядерных ракетных двигателей, их перспективы использования в космических миссиях. Виды электроракетных двигателей (ЭРД) и принципы их работы, области применения ЭРД. Методы расчёта основных параметров тяговых систем КА, включая тягу, удельный импульс и расход топлива. Основы проектирования и конструирования тяговых систем для различных типов космических аппаратов.</p>

		<p>Правила техники безопасности при работе с оборудованием и материалами, используемыми в тяговых системах.</p> <p>Современные тенденции развития тяговых систем космических аппаратов, перспективные направления исследований и разработок.</p> <p>Уметь: Проектировать и конструировать элементы тяговых систем с учётом требований к надёжности и безопасности.</p> <p>Владеть: Навыками проектирования и конструирования элементов тяговых систем.</p>
--	--	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория двигателей космических аппаратов» представляет собой дисциплину блока обязательной части дисциплин подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Введение	Выбор двигателей для космических полетов. Источники массы и энергии для получения тягового усилия
2	Тяговые системы на основе "тепловых машин"	Использование принципа "тепловой машины" для получения тягового усилия
3	Жидкостные ракетные двигатели	Схема ЖРД, основные характеристики и требования к топливам. Зажигание и горение топлива, программы регулирования двигателя Особенности организации охлаждения ЖРД Схемы двигательных установок с ЖРД и особенности их конструктивного выполнения.
4	Твердотопливные ракетные двигатели	Схема РДТТ, ее преимущества и недостатки, топлива Рабочие процессы РДТТ
5	Ядерные ракетные двигатели	Использование ядерных реакций для получения тягового усилия Схемы ЯРД и особенности их применения
6	Электроракетные двигатели	Основы получения и ускорения плазмы Классификация ЭРД, основные схемы, рабочие тела Двигатели с тепловым механизмом ускорения рабочего тела Плазменные двигатели Двигатели с замкнутым дрейфом электронов Ионные двигатели

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: Выбор двигателей для космических полетов

Описание: Полеты в космосе и типы двигателей. Реактивные и ракетные двигатели. Влияние параметров ДУ на возможности КА. Приращение характеристической скорости. Уравнение Циолковского. Области применения ДУ различного типа, классификация. Условия эксплуатации двигательных установок в космосе. Основные требования к космическим ДУ. Общие понятия и определения удельных параметров и КПД космических двигателей. Источники массы и энергии. Бортовые и внешние источники. Хранение топлив и рабочих тел ДУ. Совмещенный и раздельный подвод массы и энергии. Химическая энергия. Формы: тепловая и электрическая. Уравнение Гиббса - Гельмгольца. Удельная энергия топлива. Топлива тепловых двигателей и электрохимических генераторов. Солнечная энергия. Солнце - основной энергетический источник. Фотопреобразователи солнечного излучения в электрическую энергию. Системы концентратор-приемник для использования тепловой энергии. Ядерная энергия. Радиоизотопные источники энергии. Удельная мощность и период полураспада радиоизотопного топлива. Конструктивные особенности радиоизотопных источников. Ядерные

реакторы. Области применения для двигательных установок. Общие физические принципы работы и особенности конструкции для космического применения.

Тема 2: Использование принципа "тепловой машины" для получения тягового усилия

Описание: Основные термодинамические процессы в РД с тепловым ускорением рабочего тела. Сопло Лавала. Термодинамический цикл теплового РД. Полезная работа цикла и к.п.д. Характеристики тепловых двигателей. Тяга, удельная тяга и скорость истечения

Тема 3: Схема ЖРД, основные характеристики и требования к топливам

Описание: Состав ЖРД. Требования к компонентам топлив ЖРД. Процессы в камере сгорания. Основные параметры: температура и давление в камере, молярная масса продуктов сгорания. Их влияние на тягу и скорость истечения. Соотношение компонентов топлив. Влияние смесеобразования на интегральные параметры ЖРД.

Тема 4: Зажигание и горение топлива, программы регулирования двигателя

Описание: Методы зажигания. Способы регулирования величины и направления тяги в ДУ с ЖРД. Дроссельная и высотная характеристики. Остановка ДУ с ЖРД. Импульс последствия.

Тема 5: Особенности организации охлаждения ЖРД

Описание: Методы охлаждения камеры сгорания и сопла ЖРД. Внешнее и внутреннее охлаждение. Конструктивные схемы камер и сопла ЖРД.

Тема 6: Схемы двигательных установок с ЖРД и особенности их конструктивного выполнения

Описание: Конструктивные схемы ДУ с ЖРД. Системы подачи компонентов топлив: вытеснительная и насосная. Открытая и закрытая системы при насосной подаче. Типы газогенераторов. Схемы турбонасосных агрегатов.

Тема 7: Схема РДТТ, ее преимущества и недостатки, топлива

Описание: Состав РДТТ. Схема РДТТ, ее преимущества и недостатки. Классификация твердых топлив. Основные параметры: температура горения, молярная масса продуктов сгорания. Особенности процесса горения твердых топлив. Зависимость скорости горения от внешнего давления и температуры.

Тема 8: Рабочие процессы РДТТ

Описание: Торцевое и внутреннее горение. Влияние формы заряда на закон изменения тяги. Формы заряда. Способы изготовления зарядов и оболочек камер сгорания. Способы охлаждения сопла и защита камеры сгорания. Запуск РДТТ. Способы зажигания. Условия устойчивого горения. Регулирование тяги ДУ с РДТТ. Регулирование величины тяги. Регулирование направления тяги. Остановка ДУ с РДТТ. Сравнение возможностей ДУ с ЖРД и РДТТ.

Тема 9: Использование ядерных реакций для получения тягового усилия

Описание: Ядерные реакции деления и классификация ЯРД. Тепловой эффект ядерной реакции деления. Условия реализации стационарной самоподдерживающейся реакции деления. Понятие «активная зона». Фазовый состав активной зоны ядерного реактора. Классификация ЯРД. Рабочие тела ЯРД. Тепловыделяющие элементы. Ограничения по температуре рабочего тела.

Тема 10: Схемы ЯРД и особенности их применения

Описание: ЯРД с твердой активной зоной. Схема ЯРД с твердой активной зоной: ЯРД с выбросом продуктов распада и без выброса. ЯРД с газофазной активной зоной. Схема ЯРД с газофазной активной зоной. Схема с разделением ядерного топлива и рабочего тела прозрачной стенкой. Схема с удержанием активной зоны с помощью магнитного поля. Радиологические последствия работы ЯРД с газофазной активной зоной.

Тема 11: Основы получения и ускорения плазмы

Описание: Особенности получения заряженных частиц. Плазма. Механизмы ускорения рабочего тела. Основные уравнения для определения интегральных параметров ЭРД.

Тема 12: Классификация ЭРД, основные схемы, рабочие тела

Описание: Классификация ЭРД. Двигатели с тепловым механизмом ускорения. ЭРД с электромагнитным ускорением. ЭРД с электростатическим ускорением. Рабочие тела ЭРД.

Тема 13: Двигатели с тепловым механизмом ускорения рабочего тела

Описание: Схема электронагревного двигателя (ЭНД). Особенности процессов в ЭНД, рабочие тела. Уровень интегральных параметров, области применения. Схема электродугового двигателя (ЭДД). Особенности процессов в ЭДД, рабочие тела. Уровень интегральных параметров, области применения.

Тема 14: Плазменные двигатели

Описание: Основные процессы в линейном ускорителе плазмы. Объемная электромагнитная сила. Ускорение в собственных магнитных полях. Схема коаксиального плазменного ускорителя. Импульсные плазменные двигатели: схема, рабочие тела, интегральные параметры. Области применения плазменных двигателей.

Тема 15: Двигатели с замкнутым дрейфом электронов

Описание: Основные процессы в двигателе с замкнутым дрейфом электронов. Способы формирования электрических полей в объеме плазмы. Катод компенсатор - назначение и особенности его работы. Получения ионов. Схема стационарного плазменного двигателя. Основные интегральные параметры. Особенности разрушения конструкции и ресурс двигателя. История создания и результаты эксплуатации на КА различного назначения. Двигатель с анодным слоем, особенности рабочего процесса.

Тема 16: Ионные двигатели

Описание: Основные процессы в электростатическом ускорителе. Структура электростатического ускорителя: источник ионов, ускорительная система, нейтрализатор. Способы получения ионов. Схема плазменно-ионного двигателя. Основные интегральные параметры. Особенности обеспечения повышенного ресурса. Опыт космической эксплуатации.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1: Основные термодинамические процессы в РД с тепловым ускорением рабочего тела. Сопло Лавая.

Тема 2: Термодинамический цикл теплового РД. Полезная работа цикла и к.п.д. Характеристики тепловых двигателей. Тяга, удельная тяга и скорость истечения.

Тема 3: Требования к компонентам топлив ЖРД. Процессы в камере сгорания.

Тема 4: Основные параметры: температура и давление в камере, молярная масса продуктов сгорания. Их влияние на тягу и скорость истечения.

Тема 5: Соотношение компонентов топлив. Влияние смесеобразования на интегральные параметры ЖРД.

Тема 6: Способы регулирования величины и направления тяги в ДУ с ЖРД. Дроссельная и высотная характеристики. Методы охлаждения камеры сгорания и сопла ЖРД.

Тема 7: Классификация твердых топлив. Основные параметры: температура горения, молярная масса продуктов сгорания. Особенности процесса горения твердых топлив. Зависимость скорости горения от внешнего давления и температуры. Влияние формы заряда на закон изменения тяги. Формы заряда. Способы изготовления зарядов и оболочек камер сгорания. Способы охлаждения сопла и защита камеры сгорания.

Тема 8: Запуск РДТТ. Способы зажигания. Условия устойчивого горения. Регулирование тяги ДУ с РДТТ. Регулирование величины тяги. Регулирование направления тяги.

Тема 9: Ядерные реакции деления и классификация ЯРД. Тепловой эффект ядерной реакции деления. Условия реализации стационарной самоподдерживающейся реакции деления. Понятие «активная зона». Фазовый состав активной зоны ядерного реактора. Классификация ЯРД. Рабочие тела ЯРД. Тепловыделяющие элементы. Ограничения по температуре рабочего тела.

Тема 10: ЯРД с твердой активной зоной. Схема ЯРД с твердой активной зоной: ЯРД с выбросом продуктов распада и без выброса. ЯРД с газофазной активной зоной. Схема ЯРД с газофазной активной зоной. Схема с разделением ядерного топлива и рабочего тела прозрачной стенкой. Схема с удержанием активной зоны с помощью магнитного поля. Радиологические последствия работы ЯРД с газофазной активной зоной.

Тема 11: Особенности получения заряженных частиц. Плазма. Механизмы ускорения рабочего тела. Основные уравнения для определения интегральных параметров ЭРД. Схема электронагревного двигателя (ЭНД). Особенности процессов в ЭНД, рабочие тела.

Тема 12: Объемная электромагнитная сила. Ускорение в собственных магнитных полях. Схема коаксиального плазменного ускорителя.

Тема 13: Схема коаксиального плазменного ускорителя. Импульсные плазменные двигатели: схема, рабочие тела, интегральные параметры. Области применения плазменных двигателей. Основные процессы в двигателе с замкнутым дрейфом электронов. Способы

формирования электрических полей в объеме плазмы.

Тема 14: Катод компенсатор - назначение и особенности его работы. Получения ионов. Схема стационарного плазменного двигателя. Основные интегральные параметры. Особенности разрушения конструкции и ресурс двигателя. Двигатель с анодным слоем, особенности рабочего процесса.

Тема 15: Двигатель с анодным слоем, особенности рабочего процесса. Основные процессы в электростатическом ускорителе. Структура электростатического ускорителя: источник ионов, ускорительная система, нейтрализатор. Способы получения ионов. Схема плазменно-ионного двигателя. Основные интегральные параметры. Особенности обеспечения повышенного ресурса.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Методы охлаждения камеры сгорания и сопла ЖРД. Схема стационарного плазменного двигателя. Основные интегральные параметры. Радиологические последствия работы ЯРД с газофазной активной зоной.

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Методы охлаждения камеры сгорания и сопла ЖРД. Схема стационарного плазменного двигателя. Основные интегральные параметры. Радиологические последствия работы ЯРД с газофазной активной зоной.

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

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

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
			текущий контроль по дисциплине
1	Введение	<i>ОПК-2</i>	<i>Опрос</i>
2	Тяговые системы на основе "тепловых машин"	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
3	Жидкостные ракетные двигатели	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
4	Твердотопливные ракетные двигатели	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
5	Ядерные ракетные двигатели	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
6	Электроракетные двигатели	<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 тяговые системы и для чего они используются?
2. Какие виды тепловых машин используются в тяговых системах космических аппаратов?
3. В чём заключается принцип работы жидкостных ракетных двигателей?
4. Каковы основные преимущества и недостатки твердотопливных ракетных двигателей?

5. Как работает ядерный ракетный двигатель?
6. Какие существуют виды электроракетных двигателей и в чём их отличие друг от друга?
7. Какие параметры необходимо учитывать при проектировании тяговой системы космического аппарата?
8. Какие материалы используются при создании жидкостных ракетных двигателей?
9. Для каких целей используются твердотопливные ракетные двигатели?
10. В каких условиях наиболее эффективно применение ядерных ракетных двигателей?

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Какие основные характеристики определяют эффективность тяговых систем космических аппаратов?
2. Как осуществляется управление тягой жидкостного ракетного двигателя?
3. Какие факторы влияют на выбор типа твёрдого топлива для твердотопливного ракетного двигателя?
4. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при работе с ядерными ракетными двигателями?
5. Какие преимущества имеют электроракетные двигатели перед другими типами тяговых систем?
6. Как происходит процесс горения твёрдого топлива в твердотопливном ракетном двигателе?
7. Какие проблемы возникают при использовании ядерных ракетных двигателей в космических миссиях?
8. Какие типы электроракетных двигателей наиболее широко применяются в космической технике?
9. Какие методы используются для повышения эффективности жидкостных ракетных двигателей?
10. Какие перспективы развития тяговых систем на основе «тепловых машин» связаны с использованием новых материалов и технологий?

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

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

Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по 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. Ладыгин, Е. А. Обеспечение надежности электронных компонентов космических аппаратов : учебное пособие / Е. А. Ладыгин. - Москва : ИД МИСиС, 2003. - 111 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1223205>
2. Обуховский, А. Д. Теория авиационных двигателей : учебное пособие / А. Д. Обуховский, Ю. В. Телкова. - 2-е изд. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. - 138 с. - ISBN 978-5-7782-4232-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1866300>

Дополнительная литература

1. Басард Р. Ядерные ракетные двигатели. М.: «Машиностроение», 1980.
2. Алемасов Б.В. и др. Теория ракетных двигателей. М.: «Машиностроение», 1980.
3. Демянко Ю.Г. и др. Ядерные ракетные двигатели. - М.: ООО «Нора-Информ», 2001.
4. Дорофеев А.А. Ядерные ракетные двигатели и энергетические установки. - М.:Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012.
5. Григорьян В.Г., Евдокимов К.В., Назаренко И.П. Двигатели космических летательных аппаратов. - М.: МАИ, 2008.

6. Квасников Л.А., Латышев Л.А., Севрук Д.Д., Тихонов В.Б. Теория и расчет энергосиловых установок космических летательных аппаратов. М. МАИ.2001, и другие издания.
7. Дорофеев А.А. Основы теории тепловых ракетных двигателей (Общая теория ракетных двигателей)- М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1999.
8. Новиков В.Н. Введение в ракетно-космическую технику: учеб. пособие. -М.: МАИ-Принт, 2010.

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, 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»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Техническая экология производства и испытаний
двигателей космических аппаратов»**

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2024

Лист согласования

Составитель: Левада Екатерина Викторовна, PhD, доцент
Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от «7» марта 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 «Техническая экология производства и испытаний двигателей космических аппаратов».
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: «Техническая экология производства и испытаний двигателей космических аппаратов».

Цель изучения дисциплины «Техническая экология производства и испытаний двигателей космических аппаратов» заключается в формировании у студентов знаний, умений и навыков в области экологической безопасности при производстве и испытаниях двигателей космических аппаратов.

Основные задачи дисциплины:

- изучение основных принципов и методов обеспечения экологической безопасности на всех этапах жизненного цикла двигателей космических аппаратов;
- ознакомление с нормативными требованиями и стандартами в области охраны окружающей среды;
- формирование навыков оценки воздействия производственных процессов на окружающую среду;
- обучение методам и средствам снижения негативного воздействия на окружающую среду при производстве и испытании двигателей космических аппаратов;
- развитие способности принимать обоснованные решения по обеспечению экологической безопасности в процессе проектирования, производства и эксплуатации двигателей космических аппаратов.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- знать основные принципы и методы обеспечения экологической безопасности при проектировании, производстве и эксплуатации двигателей космических аппаратов;
- уметь оценивать воздействие производственных процессов на окружающую среду и разрабатывать меры по его снижению;
- владеть навыками применения нормативных требований и стандартов в области охраны окружающей среды при разработке и реализации проектов в космической 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
ПК-3	<i>ПК-3.1. Подбирает оборудование контроля и измерения параметров под необходимый материал.</i>	Знать: 1. Основные понятия и принципы технической экологии, включая экологическую безопасность, экологический риск, экологическое нормирование и контроль. 2. Методы и технологии обеспечения экологической безопасности на производстве и при испытаниях двигателей космических аппаратов. 3. Законодательные и нормативные требования в области охраны
	<i>ПК-3.2. Решает задачи по расчету и моделированию свойств конструкционных материалов.</i>	

		<p>окружающей среды и экологической безопасности.</p> <p>4. Основы экологического проектирования и экспертизы проектов.</p> <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Анализировать экологические аспекты производственных процессов и испытаний двигателей. 2. Оценивать экологические риски и разрабатывать меры по их снижению. 3. Применять методы и средства контроля за состоянием окружающей среды на производстве. 4. Проводить экологическую экспертизу проектов и давать рекомендации по улучшению экологических показателей. <p>Владеть навыками:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Использования современных методов и технологий обеспечения экологической безопасности. 2. Разработки и реализации мероприятий по снижению экологического риска. 3. Организации и проведения экологического мониторинга и контроля. 4. Работы с нормативными документами и законодательными актами в области экологической безопасности. <p>Кроме того, студент должен быть готов к самостоятельному изучению новых технологий и методов обеспечения экологической безопасности, а также к применению полученных знаний и навыков в своей профессиональной деятельности.</p> <p>Конкретные навыки, которые могут потребоваться студенту после прохождения данной дисциплины, включают:</p>
--	--	---

		<ol style="list-style-type: none"> 1. Умение проводить оценку воздействия на окружающую среду (ОВОС) для различных видов деятельности, связанных с производством и испытаниями двигателей космических аппаратов. 2. Знание основных принципов и методов очистки выбросов и сточных вод от вредных веществ. 3. Навыки работы с программным обеспечением для моделирования и анализа экологических процессов. 4. Способность разрабатывать и внедрять системы экологического менеджмента на предприятиях космической отрасли.
--	--	---

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Техническая экология производства и испытаний двигателей космических аппаратов» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<p>Экологические аспекты производства двигателей космических аппаратов: анализ воздействия производственных процессов на окружающую среду, включая выбросы в атмосферу, загрязнение почвы и воды, а также меры по снижению негативного влияния.</p>	<p>Основные экологические проблемы возникают при производстве двигателей для космических аппаратов. Выбросы в атмосферу в процессе производства двигателей для космических аппаратов и их влияние на окружающую среду. Загрязнение почвы и воды, связанное с производством двигателей для космических аппаратов, и меры для снижения этого воздействия. Технологии и методы для минимизации выбросов и загрязнения окружающей среды при производстве двигателей космических аппаратов. Перспективы развития экологически чистых технологий производства двигателей для космической техники.</p>
2	<p>Технологии утилизации отходов производства двигателей космических аппаратов: изучение методов и технологий переработки и утилизации отходов, образующихся при производстве двигателей, с целью снижения их негативного воздействия на окружающую среду</p>	<p>Основные виды отходов, образующиеся при производстве двигателей для космических аппаратов. Методы и технологии переработки отходов, применяемые в настоящее время. Преимущества и недостатки каждого из методов переработки отходов. Утилизация отходов и ее влияние на окружающую среду и здоровье человека. Перспективы развития технологий утилизации отходов производства космических двигателей.</p>
3	<p>Испытания двигателей космических аппаратов и их влияние на экологию: анализ экологических последствий испытаний двигателей на испытательных стендах, включая выбросы вредных веществ в атмосферу и шумовое воздействие, и разработка мер по минимизации этих воздействий.</p>	<p>Экологические последствия, возникающие при испытаниях двигателей космических аппаратов на испытательных стендах. Минимизация экологических последствий испытаний двигателей космических аппаратов. Основные принципы экологической безопасности при испытаниях двигателей космических аппаратов.</p>

		Меры обеспечения экологической безопасности при разработке и испытаниях новых типов двигателей космических аппаратов.
4	Оценка экологического воздействия ракетных двигателей: исследование влияния ракетных двигателей на окружающую среду во время запуска космических аппаратов, включая выбросы продуктов сгорания топлива и другие экологические аспекты.	Основные экологические аспекты при оценке воздействия ракетных запусков на окружающую среду. Оценка воздействия ракетных двигателей на атмосферу, включая выбросы продуктов сгорания топлива и других веществ. Меры для снижения экологического воздействия ракетных пусков. Последствия для окружающей среды от падения отработавших ступеней ракет-носителей. Существующие методы оценки экологического воздействия ракетных запусков и их эффективность.
5	Использование альтернативных видов топлива для двигателей космических аппаратов: рассмотрение возможности использования альтернативных видов топлива, таких как водород или метанол, для снижения экологического воздействия двигателей космических аппаратов.	Альтернативные виды топлива и их использование в двигателях космических аппаратов. Преимущества и недостатки использования водорода или метанола в качестве топлива для космических аппаратов по сравнению с традиционными видами топлива. Технические проблемы при использовании альтернативных видов топлива в двигателях космических аппаратов и пути их решения. Перспективы развития использования альтернативных видов топлива в космической отрасли в настоящее время и в будущем.
6	Методы контроля выбросов при испытаниях двигателей: обзор существующих методов контроля выбросов вредных веществ при испытаниях двигателей космических аппаратов, их эффективность и перспективы развития.	Современные методы контроля выбросов вредных веществ при испытаниях двигателей космических аппаратов. Эффективность, надежность и точность существующих методов контроля выбросов. Перспективы развития методов контроля выбросов в будущем. Внедрение новых технологий для повышения эффективности контроля. Факторы влияния на точность методов контроля выбросов и минимизация погрешности измерений. Законодательные требования и стандарты в отношении контроля

		выбросов при испытании двигателей космических аппаратов и их влияние на выбор методов контроля и их эффективность.
7	Анализ экологических рисков при производстве и испытаниях двигателей: оценка потенциальных экологических рисков, связанных с производством и испытаниями двигателей космических аппаратов, и разработка стратегий управления этими рисками.	Основные экологические риски связаны с производством и испытаниями двигателей космических аппаратов. Оценка потенциальных экологических рисков, связанных с производством и испытанием двигателей космических аппаратов, и методы их оценки. Стратегии управления экологическими рисками, разрабатываемые для снижения воздействия на окружающую среду при производстве и испытании двигателей космических аппаратов. Основные принципы разработки стратегий управления экологическими рисками при производстве и испытании двигателей. Меры для минимизации экологических рисков, связанных с выбросами в атмосферу, почву или воду при производстве и испытании двигателей космических аппаратов.
8	Влияние испытаний двигателей на здоровье человека: исследование воздействия шума, вибрации и других факторов, возникающих при испытаниях двигателей, на здоровье персонала и населения, проживающего вблизи испытательных полигонов.	Основные факторы, оказывающие негативное влияние на здоровье персонала и населения, проживающего вблизи испытательных полигонов. Влияние шума и вибрации, возникающие при испытаниях двигателей, на слух и вестибулярный аппарат человека. Меры предосторожности для снижения негативного воздействия шума и вибрации на персонал и население. Исследования для оценки влияния испытаний двигателей на окружающую среду и здоровье людей. Рекомендации минимизации негативного влияния испытаний двигателей на здоровье людей и окружающую среду.
9	Международные стандарты и нормы экологической безопасности в космической отрасли: анализ международных стандартов и норм, регулирующих экологическую безопасность в космической отрасли,	Международные стандарты и нормы, регулирующие экологическую безопасность в космической отрасли. Влияние стандартов и норм на производство и испытания двигателей для космических

	и их применение в практике производства и испытаний двигателей.	аппаратов. Основные требования к экологической безопасности при производстве и испытании двигателей для ракет-носителей. Меры снижения воздействия на окружающую среду при запуске ракет-носителей с двигателями. Осуществление контроля за соблюдением международных стандартов и норм экологической безопасности в процессе производства и испытаний двигателей. Организации, занимающиеся разработкой и внедрением международных стандартов и норм в области экологической безопасности космической деятельности.
10	Перспективы развития экологически безопасных технологий в производстве и испытаниях двигателей космических аппаратов: обсуждение будущих тенденций и направлений развития экологически безопасных технологий для производства и испытаний двигателей космических аппаратов.	Основные проблемы и вызовы для разработчиков экологически безопасных двигателей для космических аппаратов. Технологии и подходы для снижения экологического воздействия при производстве и испытании двигателей космических аппаратов. Перспективы использования возобновляемых источников энергии для питания испытательных стендов и производственных линий. Развитие экологически безопасных технологий и их влияние на стоимость производства и испытаний двигателей космических аппаратов. Меры, принимаемые для повышения осведомлённости общественности о важности экологически безопасного производства и испытаний космических двигателей.

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. Экологические аспекты производства двигателей космических аппаратов: анализ воздействия производственных процессов на окружающую среду, включая выбросы в атмосферу, загрязнение почвы и воды, а также меры по снижению негативного влияния.

Тема 2. Технологии утилизации отходов производства двигателей космических аппаратов: изучение методов и технологий переработки и утилизации отходов, образующихся при производстве двигателей, с целью снижения их негативного воздействия на окружающую среду

Тема 3. Испытания двигателей космических аппаратов и их влияние на экологию: анализ экологических последствий испытаний двигателей на испытательных стендах, включая выбросы вредных веществ в атмосферу и шумовое воздействие, и разработка мер по минимизации этих воздействий.

Тема 4. Оценка экологического воздействия ракетных двигателей: исследование влияния ракетных двигателей на окружающую среду во время запуска космических аппаратов, включая выбросы продуктов сгорания топлива и другие экологические аспекты.

Тема 5. Использование альтернативных видов топлива для двигателей космических аппаратов: рассмотрение возможности использования альтернативных видов топлива, таких как водород или метанол, для снижения экологического воздействия двигателей космических аппаратов.

Тема 6. Методы контроля выбросов при испытаниях двигателей: обзор существующих методов контроля выбросов вредных веществ при испытаниях двигателей космических аппаратов, их эффективность и перспективы развития.

Тема 7. Анализ экологических рисков при производстве и испытаниях двигателей: оценка потенциальных экологических рисков, связанных с производством и испытаниями двигателей космических аппаратов, и разработка стратегий управления этими рисками.

Тема 8. Влияние испытаний двигателей на здоровье человека: исследование воздействия шума, вибрации и других факторов, возникающих при испытаниях двигателей, на здоровье персонала и населения, проживающего вблизи испытательных полигонов.

Тема 9. Международные стандарты и нормы экологической безопасности в космической отрасли: анализ международных стандартов и норм, регулирующих экологическую безопасность в космической отрасли, и их применение в практике производства и испытаний двигателей.

Тема 10. Перспективы развития экологически безопасных технологий в производстве и испытаниях двигателей космических аппаратов: обсуждение будущих тенденций и направлений развития экологически безопасных технологий для производства и испытаний двигателей космических аппаратов.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1. Экологические аспекты производства двигателей космических аппаратов: анализ воздействия производственных процессов на окружающую среду, включая выбросы в атмосферу, загрязнение почвы и воды, а также меры по снижению негативного влияния.

Тема 2. Технологии утилизации отходов производства двигателей космических аппаратов: изучение методов и технологий переработки и утилизации отходов, образующихся при производстве двигателей, с целью снижения их негативного воздействия на окружающую среду

Тема 3. Испытания двигателей космических аппаратов и их влияние на экологию: анализ экологических последствий испытаний двигателей на испытательных стендах, включая выбросы вредных веществ в атмосферу и шумовое воздействие, и разработка мер по минимизации этих воздействий.

Тема 4. Оценка экологического воздействия ракетных двигателей: исследование влияния ракетных двигателей на окружающую среду во время запуска космических аппаратов, включая выбросы продуктов сгорания топлива и другие экологические аспекты.

Тема 5. Использование альтернативных видов топлива для двигателей космических аппаратов: рассмотрение возможности использования альтернативных видов топлива, таких как водород или метанол, для снижения экологического воздействия двигателей космических аппаратов.

Тема 6. Методы контроля выбросов при испытаниях двигателей: обзор существующих методов контроля выбросов вредных веществ при испытаниях двигателей космических аппаратов, их эффективность и перспективы развития.

Тема 7. Анализ экологических рисков при производстве и испытаниях двигателей: оценка потенциальных экологических рисков, связанных с производством и испытаниями двигателей космических аппаратов, и разработка стратегий управления этими рисками.

Тема 8. Влияние испытаний двигателей на здоровье человека: исследование воздействия шума, вибрации и других факторов, возникающих при испытаниях двигателей, на здоровье персонала и населения, проживающего вблизи испытательных полигонов.

Тема 9. Международные стандарты и нормы экологической безопасности в космической отрасли: анализ международных стандартов и норм, регулирующих экологическую безопасность в космической отрасли, и их применение в практике производства и испытаний двигателей.

Тема 10. Перспективы развития экологически безопасных технологий в производстве и испытаниях двигателей космических аппаратов: обсуждение будущих тенденций и направлений развития экологически безопасных технологий для производства и испытаний двигателей космических аппаратов.

Требования к самостоятельной работе студентов

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

Тема 1. Экологические аспекты производства двигателей космических аппаратов: анализ воздействия производственных процессов на окружающую среду, включая выбросы в атмосферу, загрязнение почвы и воды, а также меры по снижению негативного влияния.

Тема 2. Технологии утилизации отходов производства двигателей космических аппаратов: изучение методов и технологий переработки и утилизации отходов, образующихся при производстве двигателей, с целью снижения их негативного воздействия на окружающую среду

Тема 3. Испытания двигателей космических аппаратов и их влияние на экологию: анализ экологических последствий испытаний двигателей на испытательных стендах, включая выбросы вредных веществ в атмосферу и шумовое воздействие, и разработка мер по минимизации этих воздействий.

Тема 4. Оценка экологического воздействия ракетных двигателей: исследование влияния ракетных двигателей на окружающую среду во время запуска космических аппаратов, включая выбросы продуктов сгорания топлива и другие экологические аспекты.

Тема 5. Использование альтернативных видов топлива для двигателей космических аппаратов: рассмотрение возможности использования альтернативных видов топлива, таких как водород или метанол, для снижения экологического воздействия двигателей космических аппаратов.

Тема 6. Методы контроля выбросов при испытаниях двигателей: обзор существующих методов контроля выбросов вредных веществ при испытаниях двигателей космических аппаратов, их эффективность и перспективы развития.

Тема 7. Анализ экологических рисков при производстве и испытаниях двигателей: оценка потенциальных экологических рисков, связанных с производством и испытаниями двигателей космических аппаратов, и разработка стратегий управления этими рисками.

Тема 8. Влияние испытаний двигателей на здоровье человека: исследование воздействия шума, вибрации и других факторов, возникающих при испытаниях двигателей, на здоровье персонала и населения, проживающего вблизи испытательных полигонов.

Тема 9. Международные стандарты и нормы экологической безопасности в космической отрасли: анализ международных стандартов и норм, регулирующих экологическую безопасность в космической отрасли, и их применение в практике производства и испытаний двигателей.

Тема 10. Перспективы развития экологически безопасных технологий в производстве и испытаниях двигателей космических аппаратов: обсуждение будущих тенденций и направлений развития экологически безопасных технологий для производства и испытаний двигателей космических аппаратов.

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

Тема 1. Анализ экологических аспектов производства двигателей космических аппаратов:

- Рассмотрение основных этапов производства, включая обработку материалов, сборку и тестирование, с точки зрения воздействия на окружающую среду.
- Оценка потенциальных источников загрязнения и разработка мер по их минимизации.
- Анализ влияния производственных процессов на здоровье персонала и местное население.

Тема 2. Экологические аспекты испытаний двигателей космических аппаратов:

- Изучение методов и оборудования, используемых для проведения испытаний, и их воздействия на окружающую среду.
- Разработка рекомендаций по снижению экологического воздействия испытаний.
- Исследование возможностей использования альтернативных методов испытаний, таких как моделирование или виртуальные испытания.

Тема 3. Оценка воздействия выбросов от двигателей космических аппаратов на атмосферу:

- Определение состава и объема выбросов при работе двигателей.
- Расчет потенциального воздействия на качество воздуха и климат.
- Предложение мер по снижению выбросов и улучшению экологической ситуации.
- Влияние производства и испытаний на водные ресурсы:

Тема 4. Оценка воздействия производственных и испытательных процессов на поверхностные и подземные воды.

- Разработка мер по предотвращению загрязнения водных ресурсов.
- Учет требований к очистке сточных вод и утилизации отходов.
- Управление отходами при производстве и испытаниях двигателей:

Тема 5. Классификация и анализ образующихся отходов.

- Выбор оптимальных методов утилизации и переработки отходов.
- Внедрение системы управления отходами для снижения экологического воздействия.

Тема 6. Использование возобновляемых источников энергии в производстве и испытаниях:

- Обзор существующих технологий и их применимости в космической отрасли.
- Экономический анализ перехода на возобновляемые источники энергии.
- Перспективы развития экологически чистых технологий в производстве космических двигателей.

Тема 6. Международное сотрудничество и стандарты в области экологической безопасности космических проектов:

- Роль международных организаций и соглашений в регулировании экологической безопасности космической деятельности.
- Применение международных стандартов и практик в отечественных проектах.
- Обмен опытом и знаниями между странами для улучшения экологической эффективности космических программ.

Тема 7. Перспективы развития экологически безопасных технологий в космической индустрии:

- Анализ текущих тенденций и инноваций в области экологически безопасного производства и эксплуатации космических аппаратов.
- Прогнозирование будущих направлений развития экологически устойчивых технологий в космической промышленности.

- Оценка потенциала внедрения новых технологий для снижения экологического следа космической деятельности.

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
<p>Тема 1. Экологические аспекты производства двигателей космических аппаратов: анализ воздействия производственных процессов на окружающую среду, включая выбросы в атмосферу, загрязнение почвы и воды, а также меры по снижению негативного влияния.</p> <p>Тема 2. Технологии утилизации отходов производства двигателей космических аппаратов: изучение методов и технологий переработки и утилизации отходов, образующихся при производстве двигателей, с целью снижения их негативного воздействия на окружающую среду</p> <p>Тема 3. Испытания двигателей космических аппаратов и их влияние на экологию: анализ экологических последствий испытаний двигателей на испытательных стендах, включая выбросы вредных веществ в атмосферу и шумовое воздействие, и</p>	<p>ПК-3.1 ПК-3.2</p>	<p>Опрос, тест</p>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<p>разработка мер по минимизации этих воздействий.</p> <p>Тема 4. Оценка экологического воздействия ракетных двигателей: исследование влияния ракетных двигателей на окружающую среду во время запуска космических аппаратов, включая выбросы продуктов сгорания топлива и другие экологические аспекты.</p> <p>Тема 5. Использование альтернативных видов топлива для двигателей космических аппаратов: рассмотрение возможности использования альтернативных видов топлива, таких как водород или метанол, для снижения экологического воздействия двигателей космических аппаратов.</p> <p>Тема 6. Методы контроля выбросов при испытаниях двигателей: обзор существующих методов контроля выбросов вредных веществ при испытаниях двигателей космических аппаратов, их эффективность и перспективы развития.</p> <p>Тема 7. Анализ экологических рисков при производстве и испытаниях двигателей: оценка потенциальных экологических рисков, связанных с производством и испытаниями двигателей космических аппаратов, и разработка стратегий управления этими рисками.</p> <p>Тема 8. Влияние испытаний двигателей на здоровье человека: исследование</p>		

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<p>воздействия шума, вибрации и других факторов, возникающих при испытаниях двигателей, на здоровье персонала и населения, проживающего вблизи испытательных полигонов.</p> <p>Тема 9. Международные стандарты и нормы экологической безопасности в космической отрасли: анализ международных стандартов и норм, регулирующих экологическую безопасность в космической отрасли, и их применение в практике производства и испытаний двигателей.</p> <p>Тема 10. Перспективы развития экологически безопасных технологий в производстве и испытаниях двигателей космических аппаратов: обсуждение будущих тенденций и направлений развития экологически безопасных технологий для производства и испытаний двигателей космических аппаратов.</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 задания практических, контрольных работ и проектов:

По теме: «Экологические аспекты производства двигателей космических аппаратов: анализ воздействия производственных процессов на окружающую среду, включая выбросы в атмосферу, загрязнение почвы и воды, а также меры по снижению негативного влияния».

1. Какие основные экологические аспекты производства двигателей космических аппаратов?

- А) Выбросы в атмосферу, загрязнение почвы и воды.
- Б) Загрязнение почвы и воды, выбросы в атмосферу.
- В) Выбросы в атмосферу и загрязнение почвы.

Г) Загрязнение воды и выбросы в атмосферу.

2. Что такое экологический аспект?

- А) Это воздействие производственных процессов на окружающую среду.
- Б) Это влияние производственных процессов на здоровье человека.
- В) Это последствия производственных процессов для экономики региона.
- Г) Это все вышеперечисленное.

3. Какие меры могут быть предприняты для снижения негативного влияния производства двигателей космических аппаратов на окружающую среду?

- А) Использование экологически чистых материалов и технологий.
- Б) Внедрение систем очистки выбросов.
- В) Применение замкнутых циклов водоснабжения.
- Г) Все вышеперечисленное.

4. Что может привести к загрязнению почвы при производстве двигателей космических аппаратов?

- А) Неправильное обращение с отходами производства.
- Б) Несоблюдение правил хранения химических веществ.
- В) Нарушение технологии производства.
- Г) Все вышеперечисленное.

5. Какие вещества могут попасть в воду при производстве двигателей космических аппаратов?

- А) Химические вещества, используемые в производстве.
- Б) Отходы производства, содержащие тяжелые металлы.
- В) Нефтепродукты, используемые для смазки оборудования.
- Г) Все вышеперечисленные вещества.

6. Какие выбросы могут происходить при производстве двигателей космических аппаратов в атмосферу?

- А) Газы, образующиеся при сгорании топлива.
- Б) Пыль от обработки материалов.
- В) Пары химических веществ, используемых в производстве.
- Г) Все перечисленные выбросы.

7. Какие последствия могут иметь выбросы в атмосферу при производстве двигателей космических аппаратов для окружающей среды?

- А) Изменение климата.
- Б) Кислотные дожди.
- В) Загрязнение воздуха.
- Г) Все вышеперечисленные последствия.

8. Какие меры можно предпринять для снижения выбросов в атмосферу при производстве двигателей космических аппаратов?

- А) Использовать более эффективные системы очистки выбросов.
- Б) Переходить на экологически чистые виды топлива.
- В) Снижать количество отходов производства.
- Г) Все указанные меры.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Какие основные экологические проблемы возникают при производстве двигателей для космических аппаратов?
2. Какие выбросы в атмосферу могут происходить в процессе производства двигателей для космических аппаратов и как они влияют на окружающую среду?
3. Как загрязнение почвы и воды может быть связано с производством двигателей для космических аппаратов, и какие меры можно предпринять для снижения этого воздействия?
4. Какие технологии и методы могут использоваться для минимизации выбросов и загрязнения окружающей среды при производстве двигателей космических аппаратов?
5. Каковы перспективы развития экологически чистых технологий производства двигателей для космической техники, и что можно сделать уже сейчас для улучшения экологической ситуации в этой сфере?
6. Какие основные виды отходов образуются при производстве двигателей для космических аппаратов?
7. Какие методы и технологии переработки отходов применяются в настоящее время?
8. Каковы преимущества и недостатки каждого из методов переработки отходов?
9. Как утилизация отходов влияет на окружающую среду и здоровье человека?
10. Какие перспективы развития технологий утилизации отходов производства космических двигателей существуют?
11. Какие экологические последствия могут возникнуть при испытаниях двигателей космических аппаратов на испытательных стендах?
12. Как можно минимизировать экологические последствия испытаний двигателей космических аппаратов?
13. Каковы основные принципы экологической безопасности при испытаниях двигателей космических аппаратов?
14. Какие меры могут быть приняты для обеспечения экологической безопасности при разработке и испытаниях новых типов двигателей космических аппаратов?
15. Какие основные экологические аспекты необходимо учитывать при оценке воздействия ракетных запусков на окружающую среду?
16. Как можно оценить воздействие ракетных двигателей на атмосферу, включая выбросы продуктов сгорания топлива и других веществ?
17. Какие меры могут быть приняты для снижения экологического воздействия ракетных пусков, например, путём оптимизации конструкции двигателей или использования более экологически чистых видов топлива?
18. Каковы последствия для окружающей среды от падения отработавших ступеней ракет-носителей?
19. Какие методы оценки экологического воздействия ракетных пусков существуют и какие из них наиболее эффективны?
20. Какие альтернативные виды топлива могут быть использованы в двигателях космических аппаратов?
21. Каковы преимущества и недостатки использования водорода или метанола в качестве топлива для космических аппаратов по сравнению с традиционными видами топлива, такими как керосин?
22. Как использование альтернативных видов топлива может снизить экологическое воздействие двигателей космических аппаратов на окружающую среду?

23. Какие технические проблемы могут возникнуть при использовании альтернативных видов топлива в двигателях космических аппаратов и как они могут быть решены?
24. Какие перспективы развития использования альтернативных видов топлива в космической отрасли существуют в настоящее время и в будущем?
25. Какие методы контроля выбросов вредных веществ при испытаниях двигателей космических аппаратов существуют на сегодняшний день?
26. Насколько эффективны существующие методы контроля выбросов? Какие из них наиболее надёжны и точны?
27. Каковы перспективы развития методов контроля выбросов в будущем? Какие новые технологии могут быть внедрены для повышения эффективности контроля?
28. Какие факторы влияют на точность методов контроля выбросов? Как можно минимизировать погрешности измерений?
29. Какие законодательные требования и стандарты существуют в отношении контроля выбросов при испытании двигателей космических аппаратов? Как они влияют на выбор методов контроля и их эффективность?
30. Какие основные экологические риски связаны с производством и испытаниями двигателей космических аппаратов?
31. Как можно оценить потенциальные экологические риски, связанные с производством и испытанием двигателей космических аппаратов, и какие методы оценки существуют?
32. Какие стратегии управления экологическими рисками можно разработать для снижения воздействия на окружающую среду при производстве и испытании двигателей космических аппаратов?
33. Каковы основные принципы разработки стратегий управления экологическими рисками при производстве и испытании двигателей?
34. Какие меры могут быть предприняты для минимизации экологических рисков, связанных с выбросами в атмосферу, почву или воду при производстве и испытании двигателей космических аппаратов?
35. Какие основные факторы могут оказывать негативное влияние на здоровье персонала и населения, проживающего вблизи испытательных полигонов?
36. Как шум и вибрация, возникающие при испытаниях двигателей, могут влиять на слух и вестибулярный аппарат человека?
37. Какие меры предосторожности должны быть приняты для снижения негативного воздействия шума и вибрации на персонал и население?
38. Какие исследования были проведены для оценки влияния испытаний двигателей на окружающую среду и здоровье людей?
39. Какие рекомендации можно дать для минимизации негативного влияния испытаний двигателей на здоровье людей и окружающую среду?
40. Какие международные стандарты и нормы регулируют экологическую безопасность в космической отрасли?
41. Как эти стандарты и нормы влияют на производство и испытания двигателей для космических аппаратов?
42. Каковы основные требования к экологической безопасности при производстве и испытании двигателей для ракет-носителей?
43. Какие меры предпринимаются для снижения воздействия на окружающую среду при запуске ракет-носителей с двигателями?
44. Каким образом осуществляется контроль за соблюдением международных стандартов и норм экологической безопасности в процессе производства и испытаний двигателей?
45. Какие организации занимаются разработкой и внедрением международных стандартов и норм в области экологической безопасности космической деятельности?
46. В каких странах действуют наиболее строгие требования к экологической безопасности ракетно-космической техники?
47. Каковы перспективы развития международных стандартов и норм в этой области?

48. Какие основные проблемы и вызовы стоят перед разработчиками экологически безопасных двигателей для космических аппаратов?
49. Какие технологии и подходы могут быть использованы для снижения экологического воздействия при производстве и испытании двигателей космических аппаратов?
50. Каковы перспективы использования возобновляемых источников энергии для питания испытательных стендов и производственных линий?
51. Как развитие экологически безопасных технологий может повлиять на стоимость производства и испытаний двигателей космических аппаратов?
52. Какие меры могут быть предприняты для повышения осведомленности общественности о важности экологически безопасного производства и испытаний космических двигателей?

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 признаков удовлетворительного уровня		неудовлетв орительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература:

1. Крапухин, В. В. Экология производства материалов и компонентов электронной техники : курс лекций / В. В. Крапухин, Г. Г. Тимошина. - Москва : ИД МИСиС, 2004. - 119 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1239450>

Дополнительная литература

1. Пушкарь В. С., Якименко Л. В. Экология. НИЦ ИНФРА-М. Учебник, 2024.
2. Авраменко А. А., Алиев Р. А., Баева Ю. И., Никифоров А. И., Рязанова Н. Е., Черных Н. А. Экология в современном мире. В 2 т. Т. I: Общая экология и экологические проблемы природопользования. Аспект Пресс, 2022.
3. Авраменко А. А., Алиев Р. А., Баева Ю. И., Никифоров А. И., Рязанова Н. Е., Черных Н. А. Экология в современном мире. В 2 т. Т. II: Общая экология и экологические проблемы природопользования. Аспект Пресс, 2022.

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, 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»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технические измерения и приборы»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2024

Лист согласования

Составитель: Гуськов Константин Викторович, к.т.н.

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от 7 марта 2024г.

Председатель Ученого совета

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

А.В.Юров
К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Технические измерения и приборы».
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: «Технические измерения и приборы».

Цель дисциплины

Изучение общих принципов работы средств измерений, принципов выбора средств измерений и методов измерений под определенную измерительную задачу.

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-3 Владеет знаниями свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для контроля и измерения параметров.	ПК- 3.1 Подбирает оборудование контроля и измерения параметров под необходимый материал. ПК- 3.2. Решает задачи по расчету и моделированию свойств конструкционных материалов.	Знать: требования, предъявляемые к средствам измерений, сведения о методиках (методах) измерений, нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений, принципы работы средств измерений. Уметь: определять метрологические и технические характеристики средств измерений, выбирать необходимый метод и средство измерений по конкретную измерительную задачу. Владеть: навыками применения средств измерения, уметь подобрать средство измерений с необходимой погрешностью измерения для проведения точных измерений с заданной точностью.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технические измерения и приборы» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин (модулей) подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Измерения физических величин.	Физическая величина. Общие положения о измерениях физических величин. Методы измерений. Средства измерений. Погрешность измерений. Классы точности средств измерений.
2	Датчики.	Назначение датчиков. Измерительные схемы. Типы и классификация датчиков.
3	Параметрические датчики.	Реостатные датчики. Датчики контактного сопротивления. Тензорезисторные датчики. Фоторезисторные датчики. Терморезисторные датчики. Индукционные датчики. Емкостные датчики.
4	Генераторные датчики.	Термоэлектрические датчики. Пьезоэлектрические датчики. Индукционные датчики. Датчики Холла. Трансформаторные датчики. Интегральные датчики.
5	Измерение электрического тока и напряжения.	Электромеханические приборы. Приборы магнитоэлектрической системы. Гальванометры. Приборы электромагнитной системы. Компенсаторы постоянного тока. Электронные аналоговые вольтметры. Цифровые электронные вольтметры. Цифровые осциллографы.
6	Измерение параметров элементов электрических цепей.	Метод вольтметра-амперметра. Метод непосредственной оценки. Электронные омметры. Измерительные мосты постоянного тока. Измерительные мосты переменного тока. Резонансный метод измерения. Метод дискретного счета.

		Цифровые приборы.
7	Электрические измерения неэлектрических величин.	Термоэлектрические преобразователи. Пьезоэлектрические преобразователи. Термометры сопротивления. Тензорезисторы. Индуктивные преобразователи.
8	Измерение геометрических размеров.	Механические средства измерений длины. Оптико-механические средства измерений длины. Средства и методы измерения углов. Измерение шероховатости поверхности.

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: Измерения физических величин.

Тема 2: Датчики.

Тема 3: Параметрические датчики.

Тема 4: Генераторные датчики.

Тема 5: Измерение электрического тока и напряжения.

Тема 6: Измерение параметров элементов электрических цепей.

Тема 7: Электрические измерения неэлектрических величин.

Тема 8: Измерение геометрических размеров.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1: Измерения физических величин.

Вопросы для обсуждения: Физическая величина. Методы измерений. Классификация погрешностей.

Тема 2: Датчики.

Вопросы для обсуждения: Датчики по виду входных величин. Классификация датчиков.

Тема 3: Параметрические датчики.

Вопросы для обсуждения: Конструктивные особенности параметрических датчиков. Применение параметрических датчиков для измерений.

Тема 4: Генераторные датчики.

Вопросы для обсуждения: Конструктивные особенности генераторных датчиков. Применение параметрических датчиков для измерений.

Тема 5: Измерение электрического тока и напряжения.

Вопросы для обсуждения: Электромеханические приборы. Приборы магнитоэлектрической системы. Приборы электромагнитной системы. Компенсаторы постоянного тока. Расширение пределов измерения амперметров и вольтметров.

Тема 6: Измерение параметров элементов электрических цепей.

Вопросы для обсуждения: Измерение активных сопротивлений. Измерение емкости методом вольтметра-амперметра. Измерение индуктивности катушки методом вольтметра-амперметра. Метод непосредственной оценки. Одинарный мост постоянного тока. Двойной мост постоянного тока. Измерительные мосты переменного тока. Измерение индуктивности и емкости на высокой частоте.

Тема 7: Электрические измерения неэлектрических величин.

Вопросы для обсуждения: Преобразование неэлектрической величины в электрическую. Принцип работы термопары. Пьезоэлектрический эффект. Измерение температуры термометрами сопротивления. Измерение механических напряжений и деформаций. Измерение перемещений, размеров, отклонений формы и расположения поверхностей.

Тема 8: Измерение геометрических размеров.

Вопросы для обсуждения: Штриховые меры длины. Плоскопараллельные концевые меры длины. Штангенприборы. Микрометрические приборы. Индикаторы часового типа. Измерительные микроскопы. Измерение углов. Измерение шероховатости поверхности.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Измерения физических величин. Погрешность измерений. Классы точности средств измерений. Измерительные схемы. Типы и классификация датчиков. Параметрические датчики. Генераторные датчики. Измерение электрического тока и напряжения. Измерение параметров элементов электрических цепей. Электрические измерения неэлектрических величин. Измерение геометрических размеров. Механические средства измерений длины.

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Методы измерений. Классификация погрешностей. Измерение электрического тока и напряжения. Расширение пределов измерения амперметров и вольтметров. Применение метода вольтметра-амперметра. Измерительные мосты. Принцип работы термопары. Измерение температуры термометрами сопротивления и терморезисторами. Средства измерения линейно-угловых величин

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. Измерения физических величин.	ПК-3	Опрос
Тема 2. Датчики.	ПК-3	Опрос
Тема 3. Параметрические датчики.	ПК-3	Опрос

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 4. Генераторные датчики.	ПК-3	Опрос
Тема 5. Измерение электрического тока и напряжения.	ПК-3	Опрос
Тема 6. Измерение параметров элементов электрических цепей.	ПК-3	Опрос
Тема 7. Электрические измерения неэлектрических величин.	ПК-3	Опрос
Тема 8. Измерение геометрических размеров.	ПК-3	Опрос

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

Типовые вопросы по теме «Измерения физических величин»

1. Понятие физической величины.
2. Методы непосредственной оценки и методы сравнения.
3. Погрешность измерений. Классификация погрешностей. Класс точности средства измерений.

Типовые вопросы по теме «Датчики»

1. Датчики и измерительные схемы.
2. Типы и классификация датчиков.

Типовые вопросы по теме «Параметрические датчики»

1. Реостатные датчики.
2. Датчики контактного сопротивления.
3. Тензорезисторные датчики.
4. Фоторезисторные датчики.
5. Терморезисторные датчики.
6. Индукционные датчики.
7. Емкостные датчики.

Типовые вопросы по теме «Генераторные датчики»

1. Термоэлектрические датчики.
2. Пьезоэлектрические датчики.
3. Индукционные датчики.
4. Датчики Холла.
5. Трансформаторные датчики.
6. Интегральные датчики.

Типовые вопросы по теме «Измерение электрического тока и напряжения»

1. Электромеханические приборы.
2. Приборы магнитоэлектрической системы.
3. Гальванометры.
4. Приборы электромагнитной системы
5. Компенсаторы постоянного тока.
6. Электронные аналоговые вольтметры.
7. Цифровые электронные вольтметры.
8. Цифровые осциллографы.

Типовые вопросы по теме «Измерение электрического тока и напряжения»

1. Применение метода вольтметра-амперметра.
2. Измерение сопротивлений.
3. Применение измерительных мостов.

Типовые вопросы по теме «Электрические измерения неэлектрических величин»

1. Измерение температуры термопарами. Объяснение принципа измерений и его особенностей.
2. Измерение температуры термометрами сопротивления.
3. Измерение механических напряжений и деформаций.
4. Измерение перемещений, размеров, отклонений формы и расположения поверхностей.

Типовые вопросы по теме «Измерение геометрических размеров»

1. Различные средства измерений геометрических размеров. Принцип построения нониуса.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Измерение физической величины. Методы измерений.
2. Классификация погрешностей. Классы точности средств измерений.
3. Реостатные датчики. Датчики контактного сопротивления. Тензорезисторные датчики.
4. Терморезисторные датчики. Индукционные датчики. Емкостные датчики.
5. Термоэлектрические датчики. Пьезоэлектрические датчики. Индукционные датчики.
6. Датчики Холла. Трансформаторные датчики. Интегральные датчики.
7. Принципы работы электромеханических и приборов, приборов магнитоэлектрической системы.
8. Приборы электромагнитной системы.
9. Цифровые электронные вольтметры и осциллографы.
10. Метод вольтметра-амперметра.
11. Метод непосредственной оценки. Электронные омметры.
12. Измерительные мосты. Виды, принцип работы.
13. Метод дискретного счета
14. Термоэлектрические преобразователи (термопары). Принцип и особенности измерения температуры.
15. Термометры сопротивления. Принцип действия.
16. Пьезоэлектрические преобразователи.
17. Тензорезисторы.

18. Индуктивные преобразователи.
19. Механические средства измерений длины. Концевые меры. Штангенприборы. Микрометрические приборы.
20. Средства и методы измерения углов и шероховатости поверхности.

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. Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость : учебник / С.Б. Тарасов, С.А. Любомудров, Т.А. Макарова [и др.]. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 337 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/textbook_5ca6f9dc3722f5.59052818. - ISBN 978-5-16-018882-9
URL: <https://znanium.com/catalog/product/2074338>
2. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения : учебник / А. Н. Веремеевич, С. М. Горбатюк, И. Г. Морозоваи [др.] ; под. ред. С. М. Горбатюка. - Москва : Изд. Дом МИСиС, 2015. - 328 с. - ISBN 978-5-87623-927-3.
URL: <https://znanium.com/catalog/product/1243157>

Дополнительная литература

1. Общая теория измерений : учеб. пособие для вузов / С. С. Анциферов, Б. И. Голубь ; под ред. Н. Н. Евтихиева. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 176 с. ISBN 5-93517-271-2
2. Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений: Учебник для вузов. – М.:Высш. шк., 2001. – 205 с. ISBN 5-06-003796-7
3. Метрология, стандартизация и сертификация. Взаимозаменяемость и технические измерения : учеб. пособие для вузов / В. Д. Мочалов, А. А. Погонин, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 263 с. ISBN 978-5-94178-289-5
4. Аналоговые электроизмерительные приборы : Учеб.пособие для вузов по спец."Информ.-измер.техника" / Е.Г.Бишард и др. - 2-е изд.,перераб.и доп. - М. : Высш. шк., 1991. - 415 с. ISBN 5-06-000676-X
5. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения : учеб.пособие для студ.вузов,обуч.по машиностроительным спец. / Никифоров А.Д. - , 2-е изд.,стер. - М. : Высш. шк., 2002. - 510 с. ISBN 5-06-004330-4

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, 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: MicrosoftWindows 7, MicrosoftOfficeStandart 2010, антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity.

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологическое предпринимательство»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Лист согласования

Составители:

Лисевич А.В., маркетолог НОЦ «Умные материалы и биомедицинские приложения» БФУ им. И.Канта.

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от «7» марта 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 «Технологическое предпринимательство»
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 результатов освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4 Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
- 9 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
- 10 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
- 11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
- 12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Технологическое предпринимательство».

Целью изучения дисциплины «Технологическое предпринимательство» является овладение обучающимися знаниями о технологическом предпринимательстве, методах генерации технологических идей, их трансформации в продукты и последующая коммерциализация продуктовых решений.

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

Код и Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1. Способен к формированию и изменению собственных жизненно-образовательных маршрутов в профессиональных сообществах с учётом приоритетов собственной деятельности и национального развития.	УК-1.1: Умеет анализировать проблемные ситуации, используя системный подход. УК-1.2: Использует способы разработки стратегии действий по достижению цели на основе анализа проблемной ситуации. УК-1.3: Демонстрирует знание этапов жизненного цикла проекта, методов и инструментов управления проектом на каждом из этапов. УК-1.4: Использует методы и инструменты управления проектом для решения профессиональных задач. УК-1.5: Демонстрирует знание методов формирования команды и управления командной работой. УК-1.6: Разрабатывает и реализует командную стратегию в групповой деятельности для достижения поставленной цели. УК-1.7: Редактирует, составляет и переводит различные академические тексты в том числе на иностранном(ых) языке(ах).	Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий

	<p>УК-1.8: Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на публичных мероприятиях, включая международные, в том числе на иностранном(ых) языке(ах).</p> <p>УК-1.9: Анализирует системы ценностей и учитывает их особенности в социальном взаимодействии.</p> <p>УК-1.10: Выстраивает профессиональное взаимодействие с учетом культурных особенностей представителей разных этносов, конфессий и социальных групп, а также приоритетов национального развития.</p> <p>УК-1.11: Обеспечивает создание недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач.</p> <p>УК-1.12: Оценивает свои личностные, ситуативные, временные ресурсы, оптимально их использует для успешного выполнения профессиональных задач.</p> <p>УК-1.13: Владеет индивидуально значимыми способами самоорганизации и саморазвития, выстраивает гибкую профессионально-образовательную траекторию.</p> <p>УК-1.14: Определяет способы совершенствования жизненно-образовательного маршрута в профессиональных сообществах, в том числе с учетом целей национального развития.</p>	
<p>ОПК-3. Способен прогнозировать применимость результатов</p>	<p>ОПК-3.1. Проводит анализ результатов научных исследований и профессиональной</p>	<p>Знать: жизненных цикл инновационного проекта</p> <p>Уметь: выделять научную и экономическую проблему и ставить</p>

<p>научной и профессиональной деятельности и использовать знания и методы из области физико-математических наук в различных задачах с учетом комплексного подхода.</p>	<p>деятельности в области физики и математики ОПК-3.2. Участвует в научно-исследовательских дискуссиях о передовых методах и технологиях в своей области. ОПК-3.3 Описывает результаты научных исследований и профессиональной деятельности с использованием подходов из различных областей науки и сфер профессиональной деятельности.</p>	<p>конкретную задачу для ее решения. Владеть: навыками создания и описания проектной идеи, навыками работы с научной литературой на русском и английском языках</p>
<p>ОПК-4. Способен инициировать проекты и управлять их реализацией в области своей профессиональной деятельности с учетом инновационного технологического и социально-экономического подходов.</p>	<p>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.</p>	<p>Знать: все сферы потенциального практического применения результатов научных исследований; концепцию Научно-технологической инициативы (НТИ) РФ; рынки НТИ. Уметь: генерировать идеи инновационных продуктов. Владеть: навыками разработки стратегии создания/развития инновационного предприятия; инструментами анализа конкурентов и рынков.</p>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технологическое предпринимательство» представляет собой дисциплину факультативной части.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Экосистема технологического предпринимательства в России и за рубежом.</i>	<i>Инновационные территории: инновационный центр «Сколково», Иннополис, Кремниевая долина. Рынки НТИ, импортозамещение; метод TAM-SAM-SOM; Боли потребителей, критерии эффективности при создании продуктов. Способы обойти конкурентов.</i>
2	<i>Генерация идей инновационных продуктов; этапы прикладной разработки инновационного продукта.</i>	<i>Поиск перспективных идей инновационных продуктов, изучение рынков инноваций, бенчмаркинг.</i>
3	<i>Научная идея инновационного продукта: НИР, ОКР, НИОКР;</i>	<i>НИР, ОКР, НИОКР: определение, содержание, отличия, формулировка и порядок проведения. Правила составления эффективного технического задания на проведение НИР, ОКР, НИОКР.</i>
4	<i>Инструменты финансирования инновационных проектов и институты поддержки технологических предпринимателей.</i>	<i>Инфраструктурные организации: АСИ, РВК, международные венчурные фонды, бизнес-ангелы, региональные фонды поддержки предпринимательства. Основные формы поступления финансовых средств для нужд инновационных проектов: гранты, займы, субсидии, венчурные инвестиции, кредиты. Программы и особенности участия: фонды/конкурсные программы, поддерживающие инновационные проекты, отраслевые акселераторы.</i>
5	<i>Команда инновационного проекта.</i>	<i>Проектные роли: Hard skills и Soft skills. Определяем CEO проекта. Методы управления проектами: Agile, Scrum,</i>

		<i>Капбан. Онлайн-инструменты управления проектами</i>
6	<i>Бизнес – модель, модель монетизации и бизнес-план инновационного проекта.</i>	<i>Бизнес – модель, модель монетизации, бизнес-план инновационного проекта: суть, структура, виды и правила составления.</i>
7	<i>Маркетинговая стратегия инновационного проекта.</i>	<i>Маркетинговая стратегия: определение, виды, решения. Особенности маркетинга инновационных продуктов, тестировка. Жизненный цикл инновационного продукта: создание, выведение на рынок, совершенствование.</i>
8	<i>Охрана интеллектуальной собственности.</i>	<i>Базовые понятия патентного права. Патент, полезная модель, лабораторный образец. Федеральный институт промышленной собственности. Работа с порталом https://www.fips.ru/. Международная патентная система PCT</i>
9	<i>Презентация инновационного проекта.</i>	<i>Форматы презентации инновационных проектов: спич-сессия, классическая презентация, формат tedx. Структура презентации, формы визуализации данных, ответы на вопросы.</i>

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

- Характеристики инновационного предпринимателя;
- Нормативно-правовая база регулирования предпринимательства в России;
- Организационно-правовые формы предпринимательства. Правовая документация ведения предпринимательской деятельности;
- Контрактное производство: суть, риски, окупаемость;
- Международные классификации объектов промышленной собственности (МПК, МКТУ, МКПО);
- Особенности маркетинга инноваций;
- Особенности выведения инновационного продукта на рынок;
- Риски инновационного бизнеса (технологические, финансовые, инфраструктурные, рыночные).

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 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>Экосистема технологического предпринимательства в России и за рубежом.</i>	УК-1; ОПК-3; ОПК-4	<i>Коллоквиум</i>
<i>Генерация идей инновационных продуктов; этапы прикладной разработки инновационного продукта.</i>	УК-1; ОПК-3; ОПК-4	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Научная идея инновационного продукта: НИР, ОКР, НИОКР;</i>	УК-1; ОПК-3; ОПК-4	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Инструменты финансирования инновационных проектов и институты поддержки технологических предпринимателей.</i>	УК-1; ОПК-3; ОПК-4	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Команда инновационного проекта.</i>	УК-1; ОПК-3; ОПК-4	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Бизнес – модель, модель монетизации и бизнес-план инновационного проекта.</i>	УК-1; ОПК-3; ОПК-4	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Маркетинговая стратегия инновационного проекта.</i>	УК-1; ОПК-3; ОПК-4	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Охрана интеллектуальной собственности.</i>	УК-1; ОПК-3; ОПК-4	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Презентация инновационного проекта.</i>	УК-1; ОПК-3; ОПК-4	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</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:

Тема 1. Экосистема технологического предпринимательства в России и за рубежом.

Изучите дорожные карты рынков НТИ на ресурсе https://nti2035.ru/documents/Road_maps/ и составьте сводную таблицу ключевых сегментов рынков НТИ

Тема 2. Инструменты финансирования инновационных проектов и институты поддержки технологических предпринимателей.

1.1. Изучите и проанализируйте современные институты поддержки развития технологического предпринимательства стран Азиатского региона и Индии. Составьте карту мер поддержки (инфографика).

1.2. Проанализируйте современные институты поддержки развития технологического предпринимательства в странах СНГ. Составьте карту мер поддержки (инфографика).

1.3. Проанализируйте современные институты поддержки развития технологического предпринимательства в США и странах Восточной и Западной Европы. Составьте карту мер поддержки (инфографика).

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Что такое стартап?
2. Отличительные характеристики стартап- проекта от предпринимательского проекта?
3. Зачем инновационному проекту финансовая модель?
4. Характеристика рынков НТИ?
5. Как финансовая модель может помочь в оценке стоимости?
6. Какие есть внешние и внутренние ограничения в финансовой модели?
7. Зачем проекту прогнозировать денежные потоки?
8. Взаимосвязь SAM, SOM, PAM и TAM?
9. Что такое потребительский сегмент?
10. Ключевые характеристики для определения целевой аудитории?
11. Что такое портрет потребителя и для чего его строят?
12. В чем состоит специфика портрета потребителя на высокотехнологичных рынках?
13. Что такое контрактное производство?
14. Отличительные особенности ноу-хау, патента и полезной модели?
15. Что такое масштабируемый бизнес?
16. Что такое трекшн карта?
17. Что такое HADI-цикл?
18. Венчурные фонды: деятельность и структура?
19. Краудфандинг: понятие и особенности?
20. Оптимальная структура инвестиционной презентации?

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 профессиона льной 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. *Бизнес с нуля: Метод Lean Startup для быстрого тестирования идей и выбора бизнес-модели / Э. Рис; Пер. с англ. А. Стативки. - 5-е изд. - М.: Альпина Пабли., 2016. - 253 с.: 70x100 1/16 (Переплёт, с/о) ISBN 978-5-9614-5401-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/768886>*

2. *Найти идею: Введение в ТРИЗ - теорию решения изобретательских задач / Альтишуллер Г.С., - 9-е изд. - М.: Альпина Пабли., 2016. - 402 с.: ISBN 978-5-9614-5558-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/915077>*

3. *Построение бизнес-моделей: Настольная книга стратега и новатора / Остервальдер А., Пинье И., - 2-е изд. - М.: Альпина Пабл., 2016. - 288 с.: ISBN 978-5-9614-1844-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/916078>*

4. *Разработка ценностных предложений: Как создавать товары и услуги, которые захотят купить потребители. Ваш первый шаг: Учебное пособие / Остервальдер А., Пинье И., Бернарда Г. - М.: Альпина Пабл., 2016. - 312 с.: ISBN 978-5-9614-4907-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/923404>*

5. *Стартап: Настольная книга основателя / Бланк С.М., Дорф Б., - 3-е изд. - М.: Альпина Пабл., 2016. - 616 с.: ISBN 978-5-9614-5027-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/924002>*

Дополнительная литература:

1. *Управление инновационными проектами: Учебное пособие / В.Л. Попов, Н.Д. Кремлев, В.С. Ковшов; Под ред. В.Л. Попова - М.: НИЦ ИНФРАМ, 2014. - 336 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-010105-7, <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=455400>*
3. *Управление высшим образованием и наукой: опыт, проблемы, перспективы: Моногр./ Р.М. Нижегородцев; Под общ. ред. Р.М. Нижегородцева, С.Д. Резника. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 400 с.: 60x90 1/16. - (Научная мысль). (п) ISBN 978-5-16-009913-2, <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=461877>*

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, 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»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология производства деталей и сборочных единиц двигателей КА»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

**Профиль: «Физические процессы в космических двигательных
установках»**

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Лист согласования

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

Протокол № 15 от «7» марта 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 «Технология производства деталей и сборочных единиц двигателей КА».
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: «Технология производства деталей и сборочных единиц двигателей КА».

Цель дисциплины

Изучение дисциплины "Технология производства деталей и сборочных единиц двигателей КА" направлено на обучение студентов процессам и методам производства технических деталей, используемых в космической аппаратуре, в данном случае, двигателей космических аппаратов. Цель изучения этой дисциплины - это овладение студентами знаниями и навыками, необходимыми для проектирования, изготовления и сборки компонентов космических двигателей, учитывая особенности работы и условия эксплуатации в космосе.

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 конструкторскую документацию, 3D-модели конструкций образцов изделий с заданными характеристиками, с учётом требований технологичности.</i>	<i>ПК-1.1 Решает задачи из области теории конструкционных материалов. ПК-1.2 Использует САД-программы при разработке 3D-моделей. ПК-1.3 Подбирает необходимые технологические параметры при разработке моделей изделий под заданные характеристики.</i>	Знать: Основные принципы проектирования и изготовления деталей и узлов двигателей космических аппаратов (КА). Технологические процессы, используемые при производстве деталей и узлов двигателей КА. Методы контроля качества деталей и узлов в процессе производства. Принципы организации производственных процессов на предприятиях космической отрасли. Уметь: Разрабатывать технологические процессы изготовления деталей и узлов двигателей КА с учётом требований к качеству и надёжности. Выбирать оптимальные методы обработки материалов для обеспечения заданных свойств деталей. Проводить контроль качества деталей и узлов на всех этапах производства. Владеть: Навыками организации и планирования производственных работ.
ПК-3 Владеет знаниями свойств материалов и способен пользоваться оборудованием, применяемым для	ПК-3.1 Подбирает оборудование контроля и измерения параметров под необходимый материал. ПК-3.2 Решает задачи по расчету и моделированию	Знать: Правила техники безопасности при работе с оборудованием и материалами, используемыми при производстве двигателей КА.

контроля и измерения параметров.	свойств конструкционных материалов.	<p>Основные методы и средства автоматизации производственных процессов.</p> <p>Уметь: Организовывать работу производственного участка по изготовлению деталей и узлов двигателей КА.</p> <p>Анализировать результаты испытаний двигателей КА и вносить коррективы в технологический процесс.</p> <p>Использовать современные информационные технологии для проектирования и управления производственными процессами.</p> <p>Работать с технической документацией и нормативными документами, регламентирующими производство двигателей КА.</p> <p>Владеть: Навыками работы с технологическим оборудованием, используемым при производстве деталей и узлов двигателей КА.</p> <p>Навыками проведения измерений и контроля качества деталей и узлов.</p>
----------------------------------	-------------------------------------	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технология производства деталей и сборочных единиц двигателей КА» представляет собой дисциплину Б1.В.ДВ.02.01 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.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Технология сборки двигателей летательных аппаратов</i>	<i>Детали и сборочные единицы. Агрегаты питания, регулирования, запуска. Подшипники, электрогенераторы. Методы, применяемые в процессе сборки. Типы соединений. Операции, являющиеся основными элементами процесса. Основные базы. Вспомогательные базы. Технологичность конструкции изделия. Качественные характеристики технологичности конструкции. Количественные оценки технологичности.</i>
2	<i>Методы достижения заданной точности сборочных параметров</i>	<i>Зазор, биение. Закон движения ведомого звена. Деформация, упругость. Погрешность (допуск) сборки по параметру. Отклонения сборочных параметров. Размерные цепи. Линейная сборочная размерная цепь. Метод полной взаимозаменяемости. Метод неполной взаимозаменяемости. Метод подбора. Метод компенсации или регулирования. Метод пригонки.</i>
3	<i>Контроль сборочных параметров</i>	<i>Точность формы и размеров. Контроль радиальных и осевых зазоров, торцовых и радиальных биений, соосности опор подшипников, центровка. Контроль зазоров и биений. Контроль соосности. Контроль жёсткими калибрами. Контроль индикаторным приспособлением. Оптический метод контроля соосности.</i>
4	<i>Контроль герметичности</i>	<i>Степень герметичности. Форма, длина микроканалов течей. Стандартизация внешних условий. Методы контроля: пневматический, керосино-меловой, галоидный,</i>

		<i>радиоактивный, химический, люминесцентный.</i>
5	<i>Балансировка роторов</i>	<i>Основные понятия неуравновешенности. Статическая неуравновешенность. Моментная неуравновешенность. Динамическая неуравновешенность.</i>
6	<i>Статическая балансировка. Динамическая балансировка</i>	<i>Плоскостью коррекции. Величина дисбаланса. Жесткие и гибкие роторы. Процесс балансировки. Эксплуатационные частоты вращения. Индуктированный дисбаланс. Низкочастотная балансировка.</i>
7	<i>Подготовительные операции. Подбор деталей и маркировка.</i>	<i>Подбор деталей по размерам, массе, и физико-механическим параметрам, маркирование, клеймение, промывка и очистка, консервация и расконсервация. Способы подбора. Основные способы маркировки: механический, химический (травление), электрический и электрохимический. Промывка и очистка.</i>
8	<i>Организация сборочных работ</i>	<i>Организационные формы процессов сборки. Операционная форма сборки. Организация рабочего места. Оснастка, оборудование и вспомогательные материалы сборочного процесса. Сборка неподвижных соединений. Резьбовые соединения. Контроль усилия затяжки. Прессовые соединения. Сборка неразъемных соединений. Сварные соединения. Паяные соединения. Проектирование технологических процессов сборки. Этапы проектирования. Документация технологических процессов.</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 *Технология сборки двигателей летательных аппаратов*
- 2 *Методы достижения заданной точности сборочных параметров*
- 3 *Контроль сборочных параметров*
- 4 *Контроль герметичности*

- 5 *Балансировка роторов*
- 6 *Статическая балансировка. Динамическая балансировка*
- 7 *Подготовительные операции. Подбор деталей и маркировка.*
- 8 *Организация сборочных работ*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

- 1 *Технология сборки двигателей летательных аппаратов*
- 2 *Методы достижения заданной точности сборочных параметров*
- 3 *Контроль сборочных параметров*
- 4 *Контроль герметичности*
- 5 *Балансировка роторов*
- 6 *Статическая балансировка. Динамическая балансировка*
- 7 *Подготовительные операции. Подбор деталей и маркировка.*
- 8 *Организация сборочных работ*

Требования к самостоятельной работе студентов

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

- 1 *Технология сборки двигателей летательных аппаратов*
- 2 *Методы достижения заданной точности сборочных параметров*
- 3 *Контроль сборочных параметров*
- 4 *Контроль герметичности*
- 5 *Балансировка роторов*
- 6 *Статическая балансировка. Динамическая балансировка*
- 7 *Подготовительные операции. Подбор деталей и маркировка.*
- 8 *Организация сборочных работ*

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

- 1 *Технология сборки двигателей летательных аппаратов*
- 2 *Методы достижения заданной точности сборочных параметров*
- 3 *Контроль сборочных параметров*
- 4 *Контроль герметичности*
- 5 *Балансировка роторов*
- 6 *Статическая балансировка. Динамическая балансировка*
- 7 *Подготовительные операции. Подбор деталей и маркировка.*
- 8 *Организация сборочных работ*

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>Технология сборки двигателей летательных аппаратов</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
2	<i>Методы достижения заданной точности сборочных параметров</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
3	<i>Контроль сборочных параметров</i>	<i>ПК-1; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
4	<i>Контроль герметичности</i>	<i>ПК-1; ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
5	<i>Балансировка роторов</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Опрос</i>
6	<i>Статическая балансировка. Динамическая балансировка</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
7	<i>Подготовительные операции. Подбор деталей и маркировка.</i>	<i>ПК-3</i>	<i>Опрос</i>
8	<i>Организация сборочных работ</i>	<i>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

- 1. Какие основные принципы проектирования и изготовления деталей и узлов двигателей летательных аппаратов?*
- 2. Какие технологические процессы используются при сборке двигателей летательных аппаратов?*
- 3. Какие методы контроля качества сборочных параметров двигателей летательных аппаратов существуют?*
- 4. Каковы принципы организации производственных процессов на предприятиях авиационной отрасли?*
- 5. Что такое балансировка роторов и для чего она нужна?*
- 6. В чём особенности конструкции и эксплуатации двигателей летательных аппаратов различных типов?*
- 7. Какие правила техники безопасности необходимо соблюдать при работе с оборудованием и материалами, используемыми при сборке двигателей летательных аппаратов?*
- 8. Какие существуют основные методы и средства автоматизации сборочных работ?*

9. *Какие современные тенденции развития технологий сборки двигателей летательных аппаратов вы знаете?*
10. *Как разработать технологический процесс сборки двигателя летательного аппарата с учётом требований к качеству и надёжности?*
11. *Как выбрать оптимальные методы обработки материалов для обеспечения заданных свойств деталей двигателя?*
12. *Как проводить контроль качества сборочных операций на всех этапах производства?*
13. *Как организовать работу сборочного участка по изготовлению деталей и узлов двигателя летательного аппарата?*
14. *Как анализировать результаты испытаний двигателей летательных аппаратов и вносить коррективы в технологический процесс?*
15. *Какие информационные технологии можно использовать для проектирования и управления сборочными процессами?*
16. *Как работать с технической документацией и нормативными документами, регламентирующими сборку двигателей летательных аппаратов?*
17. *Как соблюдать правила техники безопасности и охраны труда при работе на производстве?*
18. *Какие виды оборудования используются для сборки деталей двигателей летательных аппаратов?*
19. *Какие требования предъявляются к материалам, используемым для изготовления деталей двигателей летательных аппаратов?*

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. *Какие этапы включает в себя технологический процесс сборки деталей двигателя летательного аппарата?*
2. *Какие инструменты и оборудование используются для контроля точности сборочных параметров?*
3. *Какие факторы влияют на выбор метода сборки деталей двигателя летательного аппарата?*
4. *Какие параметры необходимо учитывать при проектировании технологического процесса сборки деталей двигателя летательного аппарата?*
5. *Какие меры безопасности должны соблюдаться при работе со сборочными деталями двигателя летательного аппарата на производстве?*
6. *Какие нормативные документы регулируют сборку деталей двигателей летательных аппаратов?*
7. *Какие существуют основные методы и средства автоматизации производственных процессов?*
8. *Какие современные тенденции развития технологий производства двигателей КА вы знаете?*
9. *Как разработать технологический процесс изготовления деталей и узлов двигателей КА с учётом требований к качеству и надёжности?*
10. *Как выбрать оптимальные методы обработки материалов для обеспечения заданных свойств деталей?*
11. *Как проводить контроль качества деталей и узлов на всех этапах производства?*
12. *Как организовать работу производственного участка по изготовлению деталей и узлов двигателей КА?*
13. *Как анализировать результаты испытаний двигателей КА и вносить коррективы в технологический процесс?*
14. *Какие информационные технологии можно использовать для проектирования и управления производственными процессами?*

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

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

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

Основная литература

1. Технология производства жидкостных ракетных двигателей : учебник / В. А. Моисеев, В. А. Тарасов, В. А. Колмыков, А. С. Филимонов ; под ред. В. А.

- Моисеева, В. А. Тарасова. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2008. - 380 с. - (Технологии ракетно-космического машиностроения). - ISBN 978-5-7038-3166-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1958414>
2. Курганова, Ю. А. Технология изготовления деталей из полимерных композиционных материалов и методы определения их свойств : методические указания к выполнению лабораторных работ / Ю. А. Курганова, Г. В. Малышева, В. А. Нелюб. - Москва : Издательство МГТУ им. Баумана, 2018. - 56, [4] с. : ил. - ISBN 978-5-7038-4910-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2080994>
3. Петуныкина, Л. В. Технология изготовления деталей летательных аппаратов/Петуныкина Л.В., Курлаев Н.В., Кобин К.Н. - Новосибирск : НГТУ, 2015. - 90 с.: ISBN 978-5-7782-2647-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/546055>

Дополнительная литература

1. Захаров В. А. и др. Технология производства двигателей летательных аппаратов и энергетических установок //Текст: электронный/ВА Захаров, ВА Шманев, АП Шулепов. – 1996.
2. Каблов Е. Н. Инновационные разработки ФГУП " ВИАМ" ГНЦ РФ по реализации" Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года" //Авиационные материалы и технологии. – 2015. – №. 1 (34). – С. 3-33.
3. Гамидов Г. С., Адеев З. И., Кучув К. А. Особенности системного подхода к оценке точности изготовления деталей двигателей внутреннего сгорания //Металлообработка. – 2008. – №. 2. – С. 16-18.

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, 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»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физика твердого тела»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2024

Лист согласования

Составитель: Пец Александр Васильевич, к.ф.-м.н., доцент института высоких технологий, Воронцов Павел Андреевич, лаборант-исследователь НОЦ «Умные материалы и современные технологии»

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 15 от «7» марта 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 «Физика твердого тела».
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: «Физика твердого тела».

Цель дисциплины: овладение студентами знаний об строении и основных физических свойствах твердых тел.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен использовать знания из специализированных областей физики и математики для решения фундаментальных и прикладных задач профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Знает и использует физические и математические законы для решения фундаментальных и прикладных задач профессиональной деятельности. ОПК-1.2. Проводит быстрый поиск и подбор специализированной информации из области физики и математики, необходимой для решения фундаментальных и прикладных задач профессиональной деятельности.	Знать: систему понятий и представлений о различных типах конденсирования вещества, их свойствах и процессах в твердых телах; методы теоретического описания и оценки физических характеристик материалов на основе атомистики. Уметь: использовать знания физики твердого тела при решении профессиональных и педагогических задач; объяснять явления окружающего мира на основе знаний атомистики вещества. Владеть: базовыми методами количественного анализа свойств твердых тел

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.О.02 «Физика твердого тела» представляет собой дисциплину Блока 1 «Дисциплины (модули)» обязательной части по подготовке магистров по направлению 03.04.02 «Физика», профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках».

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. Типы твердых тел.	1.1. Фазовые переходы газ – жидкость – твердое тело. Кристаллы, поликристаллы. Аморфные тела (стекла). 1.2. Кристаллическая решетка. Вектора трансляций. Элементарная (примитивная) ячейка. Ячейка Вигнера-Зейтца.
2	Тема 2. Дефекты кристалла.	2.1. Точечные дефекты. Вакансии, примеси. Линейные дефекты. Дислокации. Примеры винтовых и краевых дислокаций. 2.2. Поверхностные дефекты. Трещины. Эффект Иоффе - повышение прочности кристаллов при сглаживании их поверхности. Понятие о теории Гриффитса развития трещин. Усталостное разрушение материала. Объемные дефекты.
3	Тема 3. Фононы.	3.1. Акустические и оптические колебания атомов в кристалле. Фононы – кванты упругих колебаний ТТ. Одномерные и трехмерные модели фононов. Распределение Бозе-Эйнштейна. Тепловая энергия фононов. Число k-точек. Замена суммы по k-точкам

		<p>интегралом. Теплоемкость фононов. Приближения Дебая и Эйнштейна. Закон ТЗ.</p>
4	<p>Тема 4. Зонная теория ТТ.</p>	<p>4.1. Волновая функция частицы. Стационарное уравнение Шредингера и стандартные граничные условия – метод нахождения возможных значений энергии частицы.</p> <p>4.2. Электрон в отдельном атоме. Ионный остов атома. Электронное облако. Электронные орбитали.</p> <p>4.3. Электрон в коллективе атомов. Приближение сильной связи. Связь энергетическая зоны с орбитальным состоянием электрона в атоме. Запрещенные и разрешенные зоны. Число энергетических подуровней в зоне. Оценка величины обменного интеграла. Радиус обменной корреляции.</p> <p>4.4. Приближение слабой связи. Электрон проводимости – как квазичастица со спином $\frac{1}{2}$. Уравнение движения электрона проводимости. Эффективная масса электрона проводимости. Переход от суммирования по k-точкам, к интегрированию по энергии. Плотность энергетических состояний электронов в зоне.</p> <p>4.5. Классификация твердых тел (ТТ) по характеру заполнения энергетических зон. Диэлектрики, полупроводники, металлы. Работа выхода электрона проводимости из металла.</p> <p>4.6. Теплоемкость металлов. Распределение Ферми-Дирака. Энергия Ферми. Уровень Ферми. Теплоемкость электронного газа. Закон Т.</p> <p>4.7. Проводимость металлов. Уравнение движения электрона проводимости в электрическом поле. Дрейфовая скорость. Подвижность носителей заряда. Закон</p>

		Ома. Зависимость проводимости металлов от температуры. Сверхпроводимость.
5	Тема 5. Полупроводниковые кристаллы	<p>Электроны проводимости и дырки – носители электрического заряда в полупроводниках. Концентрации электронов проводимости и дырок. Собственные и примесные полупроводники. Значение энергии Ферми (химического потенциала) в полупроводнике, зависимость от температуры и наличия примесей.</p> <p>Подвижность электронов проводимости и дырок, зависимость от температуры.</p> <p>Теплоемкость полупроводников.</p>
6	Тема 6 Физические эффекты в полупроводниках	<p>Эффект Холла. Электронный парамагнитный (циклотронный) резонанс. Эффект Пельтье. Внутренний фотоэффект. Фото ЭДС. Фотопроводимость. Экситоны и связанные с ними физические явления.</p>
7	Тема 7. Полупроводниковые слои.	<p>Классификация p-n переходов. Структура p-n перехода. p-n переход в равновесном и неравновесном состояниях.</p> <p>Гетеропереходы.</p> <p>Контакт металл-полупроводник.</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. Типы твердых тел.

Тема 2. Дефекты кристалла.

Тема 3. Фононы.

Тема 4. Зонная теория ТТ.

Тема 5. Полупроводниковые кристаллы.

Тема 6. Физические эффекты в полупроводниках.

Тема 7. Полупроводниковые слои.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

1. Фононы. Кристаллы.

1.1. Кристаллическая решетка. Вектора трансляций. Элементарная (примитивная) ячейка. Ячейка Вигнера-Зейтца.

1.2. Акустические и оптические колебания атомов в кристалле. Фононы – кванты упругих колебаний ТТ. Одномерные и трехмерные модели фононов. Распределение Бозе-Эйнштейна. Тепловая энергия фононов. Число k -точек. Замена суммы по k -точкам интегралом. Теплоемкость фононов. Приближения Дебая и Эйнштейна. Закон T^3 .

2. Зонная теория ТТ.

2.1. Приближение слабой связи. Электрон проводимости – как квазичастица со спином $1/2$. Уравнение движения электрона проводимости. Эффективная масса электрона проводимости. Переход от суммирования по k -точкам, к интегрированию по энергии. Плотность энергетических состояний электронов в зоне.

2.2. Классификация ТТ по характеру заполнения энергетических зон. Диэлектрики, полупроводники, металлы. Работа выхода электрона проводимости из металла.

2.3. Теплоемкость металлов. Распределение Ферми-Дирака. Энергия Ферми. Уровень Ферми. Теплоемкость электронного газа. Закон T .

3. Полупроводниковые кристаллы.

3.1. Электроны проводимости и дырки – носители электрического заряда в полупроводниках. Концентрации электронов проводимости и дырок. Собственные и примесные полупроводники. Значение энергии Ферми (химического потенциала) в полупроводнике, зависимость от температуры и наличия примесей.

3.2. Подвижность электронов проводимости и дырок, зависимость от температуры.

3.3. Теплоемкость полупроводников.

4. Физические эффекты в полупроводниках.

Эффект Холла.

Фотопроводимость.

Требования к самостоятельной работе студентов

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

Тема 1. Типы твердых тел.

Тема 2. Дефекты кристалла.

Тема 3. Фононы.

Тема 4. Зонная теория ТТ.

Тема 5. Полупроводниковые кристаллы.

Тема 6. Физические эффекты в полупроводниках.

Тема 7. Полупроводниковые слои.

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

Тема 1. Типы твердых тел.

Тема 2. Дефекты кристалла.

Тема 3. Фононы.

Тема 4. Зонная теория ТТ.

Тема 5. Полупроводниковые кристаллы.

Тема 6. Физические эффекты в полупроводниках.

Тема 7. Полупроводниковые слои.

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. Типы твердых тел.</i>	ОПК-1	<i>Опрос</i>
<i>Тема 2. Дефекты кристалла.</i>	ОПК-1	<i>Опрос</i>
<i>Тема 3. Фононы.</i>	ОПК-1	<i>Опрос</i>
<i>Тема 4. Зонная теория ТТ.</i>	ОПК-1	<i>Опрос</i>
<i>Тема 5. Полупроводниковые кристаллы.</i>	ОПК-1	<i>Опрос</i>
<i>Тема 6. Физические эффекты в полупроводниках.</i>	ОПК-1	<i>Опрос</i>
<i>Тема 7. Полупроводниковые слои.</i>	ОПК-1	<i>Опрос</i>

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

1. *Какие основные типы твёрдых тел существуют?*
2. *Что такое дефекты кристалла и какие они бывают?*
3. *Как фононы влияют на свойства твёрдых тел?*
4. *В чём заключается зонная теория твёрдых тел и как она объясняет их свойства?*
5. *Каковы особенности полупроводниковых кристаллов и чем они отличаются от других типов твёрдых тел?*

6. *Какие физические эффекты наблюдаются в полупроводниках и как они используются в технике?*
7. *Что такое полупроводниковые слои и для чего они применяются?*
8. *Какие дефекты кристаллической решётки могут возникать при выращивании кристаллов?*
9. *Как дефекты кристалла влияют на его электрические и оптические свойства?*
10. *Какова роль фононов в процессах переноса тепла и звука в твёрдых телах?*
11. *Как зонная структура твёрдого тела определяет его проводимость и оптические характеристики?*
12. *Какие полупроводниковые материалы наиболее широко используются в современной электронике?*
13. *Какие физические явления лежат в основе работы полупроводниковых приборов, таких как диоды и транзисторы?*
14. *Как создаются полупроводниковые слои с заданными свойствами и где они применяются?*
15. *Какие перспективы развития полупроводниковой техники связаны с использованием новых материалов и технологий?*

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. *Фазовые переходы газ – жидкость – твердое тело.*
2. *Кристаллы, поликристаллы. Аморфные тела (стекла).*
3. *Кристаллическая решетка. Вектора трансляций. Элементарная (примитивная) ячейка.*
4. *Ячейка Вигнера-Зейтца.*
5. *Точечные дефекты. Вакансии, примеси.*
6. *Линейные дефекты. Дислокации. Примеры винтовых и краевых дислокаций.*
7. *Поверхностные дефекты. Трещины. Эффект Иоффе - повышение прочности кристаллов при сглаживании их поверхности. Понятие о теории Гриффитса развития трещин.*
8. *Усталостное разрушение материала.*
9. *Акустические и оптические колебания атомов в кристалле. Фононы – кванты упругих колебаний ТТ. Одномерные и трехмерные модели фононов.*
10. *Распределение Бозе-Эйнштейна. Тепловая энергия фононов. Теплоемкость фононов. Приближения Дебая и Эйнштейна. Закон T^3 .*
11. *Электрон в отдельном атоме. Ионный остов атома. Электронное облако. Электронные орбитали.*
12. *Электрон в коллективе атомов. Приближение сильной связи. Связь энергетическая зоны с орбитальным состоянием электрона в атоме. Запрещенные и разрешенные зоны. Число энергетических подуровней в зоне.*
13. *Оценка величины обменного интеграла. Радиус обменной корреляции.*
14. *Приближение слабой связи. Электрон проводимости – как квазичастица со спином $1/2$. Уравнение движения электрона проводимости.*
15. *Эффективная масса электрона проводимости. Плотность энергетических состояний электронов в зоне.*
16. *Классификация ТТ по характеру заполнения энергетических зон. Диэлектрики, полупроводники, металлы. Работа выхода электрона проводимости из металла.*
17. *Теплоемкость металлов. Распределение Ферми-Дирака. Энергия Ферми. Уровень Ферми. Теплоемкость электронного газа. Закон T .*
18. *Проводимость металлов. Уравнение движения электрона проводимости в электрическом поле. Дрейфовая скорость.*

19. Подвижность носителей заряда. Закон Ома. Зависимость проводимости металлов от температуры. Сверхпроводимость.
20. Электроны проводимости и дырки – носители электрического заряда в полупроводниках. Концентрации электронов проводимости и дырок. Собственные и примесные полупроводники.
21. Значение энергии Ферми (химического потенциала) в полупроводнике, зависимость от температуры и наличия примесей.
22. электронов проводимости и дырок, зависимость от температуры. Теплоемкость полупроводников.
23. Эффект Холла.
24. Электронный парамагнитный (циклотронный) резонанс.
25. Эффект Пельтье.
26. Внутренний фотоэффект. Фото ЭДС. Фотопроводимость.
27. Экситоны и связанные с ними физические явления.
28. Структура p-n перехода. p-n переход в равновесном и неравновесном состояниях.
29. Гетеропереходы.
30. Контакт металл-полупроводник.

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. Стрекалов, Ю. А. Физика твердого тела: Учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2018. - 307 с.: - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-00967-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/959952>
2. Корнилович, А. А. Физика твердого тела : учебное пособие / А. А. Корнилович, В. И. Ознобихин, И. И. Суханов. - Новосибирск : НГТУ, 2012. - 71 с. - ISBN 978-5-7782-2160-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/556765>
3. Давыдов, В. Н. Твердотельная электроника : учебное пособие / В. Н. Давыдов. - Томск : ТУСУР, 2013. - 175 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1850322>
4. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике : учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов. - 14-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 434 с. - ISBN 978-5-93208-513-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1984908>

Дополнительная литература

1. Федоров А.В. Физика и технология гетероструктур, оптика квантовых наноструктур. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО., 2009. С. 195.
2. Епифанов Г. И. Физика твердого тела: Учебное пособие. 4-е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2011.- 288 стр.
3. Таюрская Г.В., Масленникова Ю.С. Полупроводниковая электроника / Г.В. Таюрская, Ю.С. Масленникова – Казань: Казан. ун-т, 2015. – 262 с.
4. Киттель, Чарлз. Введение в физику твердого тела / Перевод А.А. Гусева и А.В. Пахнева ; Под общ. ред. А.А. Гусева. - Москва : Наука, 1978. - 791 с.
5. 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.
6. 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.

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, 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»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физика частично ионизованного газа»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Физические процессы в космических двигательных установках»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2024

Лист согласования

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

Протокол № 15 от «7» марта 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 «Физика частично ионизованного газа».
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: «Физика частично ионизованного газа».

Цель дисциплины

Изучение свойств плазмы, движения заряженных частиц в электрических и магнитных полях, физических механизмов неустойчивости плазмы, диффузионных 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>ОПК-1 Способен использовать знания из специализированных областей физики и математики для решения фундаментальных и прикладных задач профессиональной деятельности.</i>	<i>ОПК-1.1 Знает и использует физические и математические законы для решения фундаментальных и прикладных задач профессиональной деятельности. ОПК-1.2 Проводит быстрый поиск и подбор специализированной информации из области физики и математики, необходимой для решения фундаментальных и прикладных задач профессиональной деятельности.</i>	Знать: Основные принципы и модели частично ионизованного газа, включая процессы ионизации, рекомбинации и диссоциации. Уметь: Описывать влияние внешних электромагнитных полей на частично ионизованный газ, включая плазменные колебания и волновые явления. Владеть: Навыками расчета термодинамических и кинетических свойств частично ионизованного газа, таких как теплоемкость.
<i>ОПК-2 Способен организовывать и проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением специализированных фундаментальных знаний и практических подходов из области физико-математических наук.</i>	<i>ОПК-2.1 Использует теоретические и экспериментальные физические и математические методы для решения научно-исследовательских задач. ОПК-2.2 Прогнозирует использование знаний, методов, подходов из области физики и математики для решения междисциплинарных задач.</i>	Знать: Практические применения частично ионизованного газа, включая плазменные технологии, ядерные реакции и фотоэлектрические явления. Уметь: Описывать роль частично ионизованного газа в астрофизике и космических явлениях, таких как звездообразование, атмосферы планет и межзвездная среда. Владеть: навыками исследования и описания проблем в области физики частично ионизованного газа, таких как плазменная диагностика и управление плазмой.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика частично ионизованного газа» представляет собой дисциплину Б1.О.05.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Основные понятия и свойства плазмы</i>	<i>Образование плазмы, ее основные свойства. Дебаевский радиус, дебаевский слой. Идеальность плазмы. Элементарные процессы в плазме. Упругие соударения. Неупругие процессы. Равновесия в плазме. Неравновесность плазменных систем. Процессы релаксации в плазме. Процессы переноса в плазме. Диэлектрическая проницаемость плазмы.</i>
2	<i>Основные понятия физики низкотемпературной плазмы</i>	<i>Понятия физика газового разряда и физика плазмы. Функции распределения частиц по скорости относительного движения в атомных (молекулярных пучках). Кинетическое уравнение для электронов в неравновесной идеальной плазме.</i>

		<i>Гидродинамическая модель двух жидкостей. Идеальная плазма.</i>
3	<i>Колебания и волны в плазме</i>	<i>Распространение электромагнитных волн в плазме. Неустойчивости плазмы. Плазменные структуры. Страты. Домены. Солитоны.</i>
4	<i>Плазма в магнитном поле</i>	<i>Одночастичное рассмотрение. Движение в постоянном и однородном магнитном поле. Движение в сильном медленно меняющемся поле. Дрейфовое приближение. Движение частицы в однородном магнитном поле под действием постоянной силы. Дрейф заряженных частиц вдоль плоскости скачка магнитного поля. Важнейшие типы дрейфовых движений частиц в плазме.</i>
5	<i>Магнитогидродинамический метод описания плазмы</i>	<i>Идеальная одножидкостная гидродинамика плазмы. Условия применимости. Основные уравнения. Магнитное давление. Равновесие плазмы в магнитной гидродинамике. Быстрые процессы. Взаимное проникновение плазмы и магнитного поля.</i>
6	<i>Колебания и волны в плазме. неустойчивости плазмы</i>	<i>Дисперсионные уравнения для продольных и поперечных волн малой амплитуды. Метод малых колебаний. Диэлектрическая проницаемость незамагниченной плазмы. Поперечные электромагнитные волны в незамагниченной плазме. Явление отсечки низкочастотной поперечной волны. Ленгмюровские колебания и волны в плазме. Плазмоны. Ионные ленгмюровские волны. Ионно-звуковые волны в плазме. Бесстолкновительное затухание волн в плазме. Диэлектрические свойства магнитоактивной плазмы. Волны в магнитоактивной плазме. Неустойчивости плазмы. Кинетические неустойчивости плазмы.</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 *Основные понятия и свойства плазмы*
- 2 *Основные понятия физики низкотемпературной плазмы*
- 3 *Колебания и волны в плазме*
- 4 *Плазма в магнитном поле*
- 5 *Магнитогидродинамический метод описания плазмы*
- 6 *Колебания и волны в плазме. неустойчивости плазмы*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

- 1 *Основные понятия и свойства плазмы*
- 2 *Основные понятия физики низкотемпературной плазмы*
- 3 *Колебания и волны в плазме*
- 4 *Плазма в магнитном поле*
- 5 *Магнитогидродинамический метод описания плазмы*
- 6 *Колебания и волны в плазме. неустойчивости плазмы*

Требования к самостоятельной работе студентов

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

- 1 *Основные понятия и свойства плазмы*
- 2 *Основные понятия физики низкотемпературной плазмы*
- 3 *Колебания и волны в плазме*
- 4 *Плазма в магнитном поле*
- 5 *Магнитогидродинамический метод описания плазмы*
- 6 *Колебания и волны в плазме. неустойчивости плазмы*

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

- 1 *Основные понятия и свойства плазмы*
- 2 *Основные понятия физики низкотемпературной плазмы*
- 3 *Колебания и волны в плазме*
- 4 *Плазма в магнитном поле*
- 5 *Магнитогидродинамический метод описания плазмы*
- 6 *Колебания и волны в плазме. неустойчивости плазмы*

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>Основные понятия и свойства плазмы</i>	<i>ОПК-1</i>	<i>Задачи</i>
2	<i>Основные понятия физики низкотемпературной плазмы</i>	<i>ОПК-2</i>	<i>Опрос</i>
3	<i>Колебания и волны в плазме</i>	<i>ОПК-1</i>	<i>Опрос</i>
4	<i>Плазма в магнитном поле</i>	<i>ОПК-1</i>	<i>Опрос</i>
5	<i>Магнитогидродинамический метод описания плазмы</i>	<i>ОПК-2</i>	<i>Опрос</i>
6	<i>Колебания и волны в плазме. неустойчивости плазмы</i>	<i>ОПК-2</i>	<i>Опрос</i>

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

1. Какая энергия выделится при сгорании 1 г ядерного горючего в следующих реакциях: а) dt; б) dd; в) $Li^6(d,\alpha)He^4$? Сравнить полученные результаты с энергией, выделившейся при сгорании 1 г урана.
2. Пусть плазма имеет вид плоскопараллельного слоя и под действием некоторой причины произошло смещение всех электронов на некоторую величину x относительно ионов в направлении, перпендикулярном к поверхности слоя. Найти с помощью этой модели частоту возникающих электронных колебаний.
3. Получить теоретические и расчетные формулы для определения средней \bar{v} и максимальной v_{max} скоростей частиц в плазме. Рассчитать \bar{v} , v_{max} для температур $T \sim 1-10 \text{кэВ}$ (трехмерный случай).
4. Получить теоретические и расчетные формулы для определения средней $\bar{\varepsilon}$ и максимальной ε_{max} энергий частиц в плазме (трехмерный случай), для температур $T \sim 1-10 \text{кэВ}$ (трехмерный случай).
5. Водородная плазма с концентрацией ядер $n=10^{15} \text{см}^{-3}$ находится при температуре 1кэВ. Оценить минимальный угол θ_{min} , под которым рассеиваются электроны с наиболее вероятной скоростью на ядрах, а также значение кулоновского логарифма $Ln(2/\theta_{min})$. Считая, кулоновское поле ядер простирается до дебаевского радиуса и затем резко обрывается.
6. Что такое плазма?
7. Какие свойства у плазмы?
8. Что такое низкотемпературная плазма?
9. Как происходит образование низкотемпературной плазмы?
10. Как можно контролировать низкотемпературную плазму?
11. Какие применения имеет низкотемпературная плазма?
12. Какие методы исследования используют для изучения низкотемпературной плазмы?
13. Какие виды колебаний существуют в плазме?
14. Как волновые процессы могут влиять на низкотемпературную плазму?
15. Какие типы волн существуют в плазме?
16. Какие физические явления в плазме могут быть связаны с колебаниями и волнами?
17. Как влияют колебания и волны на процессы переноса в низкотемпературной плазме?

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Как магнитное поле влияет на низкотемпературную плазму?
2. Как возникают магнитные явления в плазме?
3. Какие основные законы описывают взаимодействие плазмы с магнитным полем?
4. Как магнитное поле влияет на структуру плазмы?
5. Как возникают магнитно-гидродинамические явления в плазме?
6. Какие основные принципы лежат в основе магнитогидродинамического метода описания плазмы?
7. Какие уравнения используют в магнитогидродинамическом описании плазмы?
8. Что такое неустойчивости плазмы?
9. Какие виды колебаний могут привести к неустойчивостям в плазме?
10. Как проявляются неустойчивости в поведении плазмы?
11. Какие методы используют для исследования неустойчивостей плазмы?
12. Какие примеры неустойчивостей плазмы можно найти в природе?
13. Как возникают волны в неустойчивой плазме?

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. Гришин, Ю. М. Расчет и исследование термодинамических свойств атомарной плазмы : учебно-методическое пособие / Ю. М. Гришин, С. В. Рыжков. - 2-е изд. - Москва : Издательство МГТУ им. Баумана, 2019. - 48 с. - ISBN 978-5-7038-5087-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2082020>
2. Брушлинский, К. В. Математические основы вычислительной механики жидкости, газа и плазмы: Учебное пособие / Брушлинский К.В. - Долгопрудный:Интеллект, 2017. - 272 с. ISBN 978-5-91559-224-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/858951>

Дополнительная литература

1. Ключарев А. Н., Мишаков В. Г., Тимофеев Н. А. Введение в физику низкотемпературной плазмы. – Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2009.
2. Жданов С. К. и др. Основы физических процессов в плазме и плазменных установках //М.: МИФИ. – 2000. – Т. 184.
3. Буланин В. В. и др. Физика плазмы. Практикум. – 2014.

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, 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.