

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аддитивные технологии: от макро к наномасштабу»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

Петров А.К. – старший научный сотрудник МГУ имени М.В. Ломоносова, к.ф.-м.н.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического
совета образовательно-научного кластера
«Институт высоких технологий»

к.ф.-м.н., доцент

Ведущий менеджер/руководитель ОПОП

ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич

Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Аддитивные технологии: от макро к наномасштабу»
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: «Аддитивные технологии: от макро к наномасштабу».

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

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

Код компетенции Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемные ситуации, используя системный подход УК-1.2 Использует способы разработки стратегии действий по достижению цели на основе анализа проблемной ситуации	Знать: основные этапы создания трехмерных объектов методами аддитивного производства; способы предварительной оптимизации трехмерных объектов; основные ошибки, возникающие в ходе подготовки трехмерной модели, а также методы их устранения; существующие алгоритмы построения объектов, основные технологии трехмерной печати и физические принципы, лежащие в их основе.
ПК-2 Способен выполнять синтез полимерных и композиционных материалов и организовывать аналитический контроль синтеза полимерных и композиционных материалов	ПК-2.1 Проводит лабораторные и фундаментальные исследования полимерных и композиционных материалов ПК-2.2 Подбирает технологические параметры процесса синтеза полимерных и композиционных материалов ПК-2.3 Разрабатывает опытные образцы полимерных и композиционных материалов ПК-2.4 Организует проведение лабораторных исследований	Уметь: делать выбор наиболее подходящего метода трехмерной печати, исходя из физических принципов и ограничений метода; пользоваться программным обеспечением для предварительной проверки трехмерной модели и исправления ошибок; располагать модель и строить поддерживающие структуры в соответствии с используемыми методами печати; подбирать параметры и алгоритмы печати в зависимости от используемого материала и вида объекта. Владеть: навыками анализа поставленной задачи изготовления заданного трехмерного объекта, выявления проблемных мест при последующем изготовлении объекта методами аддитивного производства,

	синтезированных полимерных и композиционных материалов	выбора наиболее подходящих методов трехмерной печати в соответствии с выбором наиболее подходящих параметров, материалов и алгоритмов печати, исправления ошибок триангуляции в ходе подготовки модели к процессу печати, печати на коммерчески доступных трехмерных принтерах класса FDM и SLA/DLPc.
--	--------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Аддитивные технологии: от макро к наномасштабу» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.03.02.03 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Дизайн умных материалов".

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>Тема 1.1. Введение в аддитивное производство. Основные отличительные свойства аддитивных технологий.</i>	<i>Определение аддитивных технологий. История трёхмерной печати. Основные отрасли применения</i>
2	<i>Тема 1.2. Классификация технологий трёхмерной печати.</i>	<i>Методы, основанные на экструзии материалов. Струйные методы. Методы струйного нанесения связующего вещества. Методы фотополимеризации в ванне. Методы сплавления материала в заранее сформированном порошковом слое. Методы нанесения с прямым подводом энергии</i>
3	<i>Тема 1.3. Основное программное обеспечение для трёхмерной печати.</i>	<i>Построение при помощи компьютера: моделирование твёрдого тела. Моделирование поверхностей. Скульптурирование</i>
4	<i>Тема 1.4. Создание и подготовка трёхмерного объекта.</i>	<i>3D-сканирование. Фотограмметрия. Обработка краев модели. Программное обеспечение для исправления ошибок компьютерной модели объекта. Процедура слайсинга. Симуляции в трёхмерной печати.</i>
5	<i>Тема 2.1. Экструзионные методы трехмерной печати.</i>	<i>Методы осаждения расплавом и особенности построения объектов. Робокастинг. Метод электроспиннинга расплава. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.</i>
6	<i>Тема 2.2. Порошковые методы трехмерной печати.</i>	<i>Основные методы порошковой печати: SLS, SLM/DMLS/DMP, LENS/DMT, MJF, EBM и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов. Пост-обработка.</i>
7	<i>Тема 2.3. Струйные методы трехмерной печати.</i>	<i>Основные методы струйной печати: MJ, BJ, NPJ, DOD и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.</i>
8	<i>Тема 2.4. Трёхмерная био-печать.</i>	<i>Построение скаффолдов. Капельная био-печать. Метод печати био-чернилами. Экструзионная био-печать.</i>
9	<i>Тема 2.5. Многостадийная и непрерывная трёхмерная печать с помощью фотополимеризации.</i>	<i>Основные методы многостадийной печати с помощью фотополимеризации: SLA, DLP, uSL и особенности построения объектов. Основные методы непрерывной печати с помощью фотополимеризации: непрерывная печать на границе жидкой фазы, печать с помощью двухфотонной фотополимеризации и особенности построения объектов. Основные физические принципы методов, подходы bottom-up и top-down. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.</i>
10	<i>Тема 3.1. Литографические и</i>	<i>Основные гибридные методы</i>

	<i>гибридные методы печати.</i>	<i>микрофабрикация на основе литографии: MICA, EFAB и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.</i>
11	<i>Тема 3.2. Электроосаждение ионов в жидкости.</i>	<i>Основные методы печати на основе электроосаждения ионов в жидкости: FluidFM, SICM, Meniscus printing и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.</i>
12	<i>Тема 3.3. Осаждение, индуцированное сфокусированным ионным пучком.</i>	<i>Устройство экспериментальной установки, позволяющей получать сфокусированные ионные пучки. Основные методы печати на основе осаждения, индуцированного сфокусированным ионным пучком: FEBID, Cryo-FEBID, FIBID и особенности построения объектов. FEBID-симуляция. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов. Технологии улучшения качества получаемых изделий.</i>

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

Тема 1.1. Введение в аддитивное производство. Основные отличительные свойства аддитивных технологий.

Тема 1.2. Классификация технологий трёхмерной печати.

Тема 1.3. Основное программное обеспечение для трёхмерной печати.

Тема 1.4. Создание и подготовка трёхмерного объекта.

Тема 2.1. Экструзионные методы трёхмерной печати.

Тема 2.2. Порошковые методы трёхмерной печати.

Тема 2.3. Струйные методы трёхмерной печати.

Тема 2.4. Трёхмерная био-печать.

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

Тема 3.1. Литографические и гибридные методы печати.

Тема 3.2. Электроосаждение ионов в жидкости.

Тема 3.3. Осаждение, индуцированное сфокусированным ионным пучком.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1.1. Введение в аддитивное производство. Основные отличительные свойства аддитивных технологий.

Определение аддитивных технологий. История трёхмерной печати. Основные

отрасли применения.

Тема 1.2. Классификация технологий трёхмерной печати.

Методы, основанные на экструзии материалов. Струйные методы. Методы струйного нанесения связующего вещества. Методы фотополимеризации в ванне. Методы сплавления материала в заранее сформированном порошковом слое. Методы нанесения с прямым подводом энергии.

Тема 1.3. Основное программное обеспечение для трёхмерной печати.

Построение при помощи компьютера: моделирование твёрдого тела. Моделирование поверхностей. Скульптурирование.

Тема 1.4. Создание и подготовка трёхмерного объекта.

3D-сканирование. Фотограмметрия. Обработка краев модели. Программное обеспечение для исправления ошибок компьютерной модели объекта. Процедура слайсинга. Симуляции в трёхмерной печати.

Тема 2.1. Экструзионные методы трехмерной печати.

Методы осаждения расплавом и особенности построения объектов. Робокастинг. Метод электроспиннинга расплава. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.

Тема 2.2. Порошковые методы трехмерной печати.

Основные методы порошковой печати: SLS, SLM/DMLS/DMP, LENS/DMT, MJF, EBM и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов. Пост-обработка.

Тема 2.3. Струйные методы трехмерной печати.

Основные методы струйной печати: MJ, BJ, NPJ, DOD и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.

Тема 2.4. Трёхмерная био-печать.

Построение скаффолдов. Капельная био-печать. Метод печати био-чернилами. Экструзионная био-печать.

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

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

Тема 3.1. Литографические и гибридные методы печати.

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

Тема 3.2. Электроосаждение ионов в жидкости.

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

Тема 3.3. Осаждение, индуцированное сфокусированным ионным пучком.

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

Требования к самостоятельной работе студентов

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

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

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 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>Тема 1.1. Введение в аддитивное производство. Основные отличительные свойства аддитивных технологий.</i>	УК-1, ПК-2	<i>тест</i>
<i>Тема 1.2. Классификация технологий трёхмерной печати.</i>	УК-1, ПК-2	<i>тест</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1.3. Основное программное обеспечение для трёхмерной печати.</i>	УК-1, ПК-2	<i>тест</i>
<i>Тема 1.4. Создание и подготовка трёхмерного объекта.</i>	УК-1, ПК-2	<i>тест</i>
<i>Тема 2.1. Экструзионные методы трехмерной печати.</i>	УК-1, ПК-2	<i>тест</i>
<i>Тема 2.2. Порошковые методы трехмерной печати.</i>	УК-1, ПК-2	<i>тест</i>
<i>Тема 2.3. Струйные методы трехмерной печати.</i>	УК-1, ПК-2	<i>тест</i>
<i>Тема 2.4. Трёхмерная био-печать.</i>	УК-1, ПК-2	<i>тест</i>
<i>Тема 2.5. Многостадийная и непрерывная трёхмерная печать с помощью фотополимеризации.</i>	УК-1, ПК-2	<i>тест</i>
<i>Тема 3.1. Литографические и гибридные методы печати.</i>	УК-1, ПК-2	<i>тест</i>
<i>Тема 3.2. Электроосаждение ионов в жидкости.</i>	УК-1, ПК-2	<i>тест</i>
<i>Тема 3.3. Осаждение, индуцированное сфокусированным ионным пучком.</i>	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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

Single Selection	Какой механизм используется для обеспечения затвердевания осаждённого материала при использовании метода MJ?	
		Понижение температуры
		Осаждение уже твёрдофазного материала
		Облучение ультрафиолетом

Single Selection	Какой метод трёхмерной печати позволяет печатать не только на плоских поверхностях?	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>MJ</td></tr> <tr><td>SLA</td></tr> <tr><td>SLS</td></tr> <tr><td>EBAM</td></tr> </table>	MJ	SLA	SLS	EBAM		
MJ								
SLA								
SLS								
EBAM								
Multiple Selection	Какой метод трёхмерной печати позволяет печатать металлы?	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>FDM</td></tr> <tr><td>MJ</td></tr> <tr><td>BJ</td></tr> <tr><td>SLA</td></tr> <tr><td>SLM</td></tr> <tr><td>SLS</td></tr> </table>	FDM	MJ	BJ	SLA	SLM	SLS
FDM								
MJ								
BJ								
SLA								
SLM								
SLS								
Short Answer	Назовите термин, обозначающий программную процедуру представления трёхмерной модели как набора двумерных слоёв.							
Single Selection	Какого порядка разрешение достигается в методе FluidFM?	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>100 мкм</td></tr> <tr><td>5 мкм</td></tr> <tr><td>0,5 мкм</td></tr> <tr><td>50 нм</td></tr> </table>	100 мкм	5 мкм	0,5 мкм	50 нм		
100 мкм								
5 мкм								
0,5 мкм								
50 нм								
Short Answer	Назовите термин, обозначающий биосовместимую полимерную структуру, часто используемую для конструирования тканей и клеток.							
Single Selection	Какой из предложенных методов обеспечивает наибольшее пространственное разрешение?	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>SLA</td></tr> <tr><td>FluidFM</td></tr> <tr><td>FEBID</td></tr> <tr><td>SICM</td></tr> </table>	SLA	FluidFM	FEBID	SICM		
SLA								
FluidFM								
FEBID								
SICM								

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

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

- 27) Непрерывная печать, поддержание жидкого интерфейса, капиллярные силы, методы диагностики, анизотропия полимеризации, красители и их роль.
- 28) Литография с использованием шаблонов (масок), сканирующая литография, импринт-литография (штамповка).
- 29) Плазменное травление, осаждение атомного слоя, химическое осаждение из газовой среды
- 30) Гибридные методы печати, концепция послойного производства MicroFabrica
- 31) Электродинамическая печать и электроспиннинг с использованием расплава, конус Тейлора, электростатическая нестабильность.
- 32) Лазерно индуцированный транспорт, лазерная абляция, донорное покрытие, гальванометрические зеркала, пьезоподача, печать вокселями
- 33) Электрофорезис, коагуляция, электроосаждение, мениск, кантилеверы, биосборки, электрохимическая ячейка
- 34) Сканирующий ионный микроскоп, атомно-силовой микроскоп, первичный, вторичный и опорный электроды
- 35) Сфокусированный пучок ионов, прекурсоры, диссоциация, эмиссия вторичных электронов, печать на основе симуляции, нанолитография

36) 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

37)

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	<i>Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические</i>	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 Инженерная 3D-компьютерная графика [Электронный ресурс] : учеб. пособие для бакалавров / А. Л. Хейфец [и др.] ; под ред. А. Л. Хейфеца, 2015. - 1 on-line, 602 с.
- 2 Вышнепольский И. С. Техническое черчение : учеб. для вузов и ссузов/ И. С. Вышнепольский. -10-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Юрайт, 2014. -317 с.
- 3 Норенков, И. П. Основы теории и проектирования САПР: Учеб. для вузов по спец. "Вычисл. машины, комплексы, системы и сети"/ И. П. Норенков, В. Б. Маничев. - М.: Высш. шк., 1990. - 335 с

Дополнительная литература:

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

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

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС 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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Алгоритмы и большие данные в химии и материаловедении»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

Виноградов Владимир Валентинович, д.х.н., Серов Никита Сергеевич, Кладько Даниил.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»
к.ф.-м.н., доцент
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич
Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Алгоритмы и большие данные в химии и материаловедении»
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: «Алгоритмы и большие данные в химии и материаловедении».

Цель дисциплины: дисциплина "Алгоритмы и большие данные в химии и материаловедении" предназначена для предоставления студентам фундаментальных знаний и навыков, необходимых для работы с большими массивами данных и разработки эффективных алгоритмов анализа и обработки в области химии и материаловедения. Цель курса - научить переводить структуры молекул и материалов в цифровую форму, что позволяет алгоритмам наиболее полно интерпретировать сопутствующие свойства этих структур

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных

с

Код и содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемные ситуации, используя системный подход УК-1.2. Использует способы разработки стратегии действий по достижению цели на основе анализа проблемной ситуации	знать: - особенности осуществления профессиональной деятельности, используя цифровые технологии уметь: использовать цифровые технологии для получения, обработки и передачи информации с помощью технических средств и методов; владеть: - базовыми навыками управления качеством больших данных
ПК-3 Способен организовать выполнение научно-исследовательских работ по закреплённой тематике	ПК-3.1 Разрабатывает и организует выполнение мероприятий по тематическому плану ПК-3.2 Управляет разработкой технической документации проектных работ	Знать: - понимать принципиальные схемы разработки технического задания на производство наноструктурированных композиционных и функциональных материалов с новыми свойствами; Уметь: - организовывать внедрение разработанных технических решений производства наноструктурированных композиционных материалов владеть: - базовыми навыками анализа потребности заинтересованных лиц и/или подразделений организации в исследовании больших данных

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Алгоритмы и большие данные в химии и материаловедении» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.03.03.01 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Дизайн умных материалов".

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	Algorithms effectiveness	Algorithm scaling, Writing efficient algorithms based on Big O notation, Algorithm testing, Evaluation of the efficiency of algorithms
2	Big data mining	Sources of Big Chemical Data, Natural language processing, Data mining from little- and unstructured sources
3	Big data processing	Working with sparse data, Combining heterogeneous data, Data augmentation, Outlier detection and processing, Creation of SQL and NoSQL databases
4	Big data analysis	Statistical, correlation and regression analysis of big data
5	Big data visualization	Data compression methods, Big data visualization tools

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):

Algorithms effectiveness

Big data mining

Big data processing

Big data analysis

Big data visualization

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1. Algorithms effectiveness Algorithm scaling, Writing efficient algorithms based on Big O notation, Algorithm testing, Evaluation of the efficiency of algorithms

Big data mining Sources of Big Chemical Data, Natural language processing, Data mining from little- and unstructured sources

Big data processing Working with sparse data, Combining heterogeneous data, Data augmentation, Outlier detection and processing, Creation of SQL and NoSQL databases

Big data analysis Statistical, correlation and regression analysis of big data

Big data visualization Data compression methods, Big data visualization tools

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Algorithms effectiveness, Big data mining, Big data processing, Big data analysis, Big data visualization.

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: Algorithms effectiveness, Big data mining, Big data processing, Big data analysis, Big data visualization.

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>Введение, историческая справ-</i>	УК-1, ПК-1,	Опрос

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>ка и основы оптики</i>	ПК-3	
<i>Глаз, как оптическая система и разрешающая способность оптических систем.</i>	УК-1, ПК-1, ПК-3	Опрос
Algorithms effectiveness	УК-1, ПК-3	Исследовательская работа
Big data mining	УК-1, ПК-3	Исследовательская работа
Big data processing	УК-1, ПК-3	Исследовательская работа
Big data analysis	УК-1, ПК-3	Исследовательская работа
Big data visualization	УК-1, ПК-3	Исследовательская работа

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

Research work

The topics of research papers are distributed among students at the first classroom lesson in accordance with the area of their interests. The research work is carried out within the framework of the topic of the master's thesis and is counted as part of its implementation at the end of the course study. The protection of the research work is carried out in accordance with the criteria of the evaluation sheet.

Approximate research topics:

Topic 1. Automated, full-pipeline data mining of magnetic inorganic nanoparticle-related information.

Topic 2. Novel electron microscope (EM) image-based quantitative morphology descriptors of nanomaterials.

Topic 3. Real-valued genetic algorithm for highly effective nanomaterial chemical space exploration.

Topic 4. Open source, extendable, re-learning platform for novel nanozymes development.

Topic 5. Fully-curated database of FDA-approved drugs, related diseases, and its -omics profiles for drug discovery.

Topic 6. Algorithm for streamlining DFT calculations of inorganic nanoparticles with catalytic properties for biomedical use.

Topic 7. Variational autoencoder with chemical property-clustered latent space for the generation of molecules with predefined sets of properties.

Topic 8. Massive chemical data analysis reveals novel element-based descriptors describing nanoparticle biological interactions with cells.

Topic 9. Biological crossover- and mating advantage-reinforced evolutionary algorithm for chemical space exploration with costly theoretical calculations.

Topic 10. Chemical reactions data augmentation using generative adversarial networks.

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Oral exam

The oral exam is conducted in the format of answers to the questions of the examination ticket. In each exam ticket, 2 questions are randomly selected: randomly on one question from the first and second parts of the list of questions for the exam. The answer to the question should be complete, detailed, correspond to the topic of the question, contain the terms and definitions of the course you have attended. In case of doubt about the marking for the exam, it is allowed to evaluate the answers to additional questions.

Sample list of questions for the exam:

1. Big O notation. Space and time complexity.
2. Complexity Comparison Between Typical Big Os.
3. Search methods: main idea, comparison in terms of Big O.
4. Methods of effective big data compression. Comparison between the principal component analysis, t-SNE, and autoencoders.
5. Autoencoder structure. Autoencoder architectures for data compression. Variational autoencoders.
6. Autoencoders modifications for chemical data.
7. Correlation and causation. Correlations in big data.
8. Feature selection and synthesis for chemical data.
9. Data sparsity and scarcity. Methods of dealing with it.
10. Big data visualization techniques. Dealing with high dimensional data.
11. Data statistical, correlational, and regression analysis.
12. Statistical significance for big data. Hypothesis testing.
13. Dealing with outliers and empty values. Existing approaches.
14. Database types. Databases for big data. Available tools.
15. Main data structures. Pros and cons. Areas of use.
16. Available chemical databases and its abilities.
17. Data mining techniques. Data mining automatization.
18. Molecular descriptors. Pros and cons.
19. Data augmentation techniques. Limitations of these approaches.
20. High throughput approaches for big chemical data collection.

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. Chowdhary K.R. (ed.). Fundamentals of Artificial Intelligence. – India, New Delhi: Springer Nature, 2020. – 716 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-81-322-3972-7>.
2. Arabnia H.R. et al. (ed.). Advances in Artificial Intelligence and Applied Cognitive Computing. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2021. – 1184 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-70296-0>.
3. Prabhu C.S.R. et al. (ed.). Big Data Analytics: Systems, Algorithms, Applications. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2021. – 412 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-15-0094-7>.

Дополнительная литература

- 1) Peng Sh.-L. et al. (ed.) Intelligent Computing and Innovation on Data Science. – Singapore: Springer Nature, 2020. – 803 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-15-3284-9>.
- 2) Pandian A.P., Fernando X., Islam S.M.Sh. (ed.) Computer Networks, Big Data and IoT. – Singapore: Springer Nature, 2021. – 991 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-16-0965-7>.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», не-

обходимых 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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Избранные главы биологии и химии»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

Др. (PhD) Левада Екатерина Викторовна, научный сотрудник, ИФМНиИТ, БФУ им. И.Канта, PhD Др. Давидэ Пэддис, Институт структуры материалов национального научного совета Италии, Рим, Италия (Institute of Structure of Matter National Research Council (CNR), Rome, Italy)

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

к.ф.-м.н., доцент
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич
Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Избранные главы биологии и химии»
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: «Избранные главы биологии и химии».

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

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных

с

Код и содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК - 1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемные ситуации, используя системный подход УК-1.2 Использует способы разработки стратегии действий по достижению цели на основе анализа проблемной ситуации	Студент, изучивший данный курс, должен знать : - фундаментальные процессы клеточного метаболизма и физические особенности протекания этих процессов; - виды тканей и их функции; - общий принцип строения атомов и молекул, их физические и химические свойства; - основные типы химических связей; - процессы протекания химических реакций; - общие понятия химии и физики твердого тела; - общие понятия органической химии Студент должен уметь : - связывать фундаментальные знания о процессах жизнедеятельности клетки и физических процессов, которые происходят в клетке; - объяснять строение атомов и молекул химических веществ с позиции их физических свойств; - различать виды химических связей между молекулами; - характеризовать химическое равновесие системы; - характеризовать базовые понятия химии твердого тела и органической химии. Студент должен владеть навыками
ПК - 1 Способен выполнять измерения параметров наноматериалов и наноструктур, а также планировать проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур и анализировать полученные данные	ПК-1.1 Планирует проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.2 Собирает, анализирует и обобщает данные измерения параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.3 Организует и контролирует процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и нано-	

	<p>структур ПК-1.4 Выполняет операции на-стройки оборудования измерения параметров наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и нормативной документацией с использованием стандартных (эталонные, контрольные) образцов в соответствии с технологической инструкцией</p>	<p>- проведения химических экспериментов для определения химического состава вещества и описывать их физические и химические свойства.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Избранные главы биологии и химии» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.03.01.04 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа " Дизайн умных материалов".

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>Принципы метаболического контроля</i>	<i>Свойства фермента и контроль в клетке. Гомеостаз. Изоферменты и коферменты. Медицинские последствия ферментов.</i>
2	<i>Основы биохимии питания</i>	<i>функции и потребности в питательных веществах, обзор метаболизма и энергетических стратегий в клетках человека, ключевой цикл для множества ролей: цикл трикарбоновых кислот</i>
3	<i>Дыхательная цепь</i>	<i>стратегия восстановления энергии, функционирование и контроль транспортной цепи митохондрий электронов, окислительное фосфорилирование.</i>
4	<i>Углеводы в качестве клеточного топлива</i>	<i>Углеводы в качестве клеточного топлива</i>
5	<i>Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт</i>	<i>Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт</i>
6	<i>Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот</i>	<i>Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот</i>
7	<i>Гликоген. Запас гликогена в организме</i>	<i>Гликоген. Запас гликогена в организме</i>
8	<i>Кинетика биологических реакций</i>	<i>Основа биологических реакций. Кинетика ферментативных реакций.</i>
9	<i>Структура белка</i>	<i>Образование разных уровней структур белка и протеостазис.</i>
10	<i>Взаимосвязь структуры белка и его функций</i>	<i>Контроль функций белков. Основные принципы и механизмы. Фосфорилиция белков. Белковые киназы.</i>
11	<i>Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»</i>	<i>Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»</i>
12	<i>Клеточный цикл</i>	<i>Клеточный цикл</i>
13	<i>Клеточная смерть. Апоптоз и некроз</i>	<i>Клеточная смерть. Апоптоз и некроз</i>

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

Принципы метаболического контроля
Основы биохимии питания
Дыхательная цепь
Углеводы в качестве клеточного топлива
Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт
Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный
ключ аминокислот
Гликоген. Запас гликогена в организме
Кинетика биологических реакций
Структура белка
Взаимосвязь структуры белка и его функций
Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»
Клеточный цикл
Клеточная смерть. Апоптоз и некроз

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1. Принципы метаболического контроля. Свойства фермента и контроль в клетке. Гомеостаз. Изоферменты и коферменты. Медицинские последствия ферментов.
Тема 2. Основы биохимии питания: функции и потребности в питательных веществах, обзор метаболизма и энергетических стратегий в клетках человека, ключевой цикл для множества ролей: цикл трикарбоновых кислот.
Тема 3. Дыхательная цепь: стратегия восстановления энергии, функционирование и контроль транспортной цепи митохондрий электронов, окислительное фосфорилирование.
Тема 4. Углеводы в качестве клеточного топлива .
Тема 5. Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт.
Тема 6. Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот.
Тема 7. Гликоген. Запас гликогена в организме.
Тема 8. Кинетика биологических реакций. Основа биологических реакций. Кинетика ферментативных реакций.
Тема 9. Структура белка. Образование разных уровней структур белка и протеостазис.
Тема 10. Взаимосвязь структуры белка и его функций. Контроль функций белков. Основные принципы и механизмы. Фосфорилиция белков. Белковые киназы.
Тема 11. Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»
Тема 12. Клеточный цикл.
Тема 13. Клеточная смерть. Апоптоз и некроз.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Принципы метаболического контроля
Основы биохимии питания
Дыхательная цепь
Углеводы в качестве клеточного топлива
Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт
Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный
ключ аминокислот
Гликоген. Запас гликогена в организме
Кинетика биологических реакций
Структура белка
Взаимосвязь структуры белка и его функций

Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»

Клеточный цикл

Клеточная смерть. Апоптоз и некроз

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

Основы биохимии питания

Дыхательная цепь

Углеводы в качестве клеточного топлива

Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт

Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот

Гликоген. Запас гликогена в организме

Кинетика биологических реакций

Структура белка

Взаимосвязь структуры белка и его функций

Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»

Клеточный цикл

Клеточная смерть. Апоптоз и некроз

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

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

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации 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>Принципы метаболического контроля</i>	<i>УК – 1, ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Основы биохимии питания</i>	<i>УК – 1, ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Дыхательная цепь</i>	<i>УК – 1, ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Углеводы в качестве клеточного топлива</i>	<i>УК – 1, ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт</i>	<i>УК – 1, ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот</i>	<i>УК – 1, ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Гликоген. Запас гликогена в</i>	<i>УК – 1, ПК-1</i>	<i>тест</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>организме</i>		
<i>Кинетика биологических реакций</i>	<i>УК – 1, ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Структура белка</i>	<i>УК – 1, ПК-1</i>	<i>тест</i>

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы	Сложность вопроса	Описание					
SingleSelection	Свойство живых организмов ощущать действие факторов среды и отвечать на них – это:	<table border="1"> <tr><td>обмен веществ;</td></tr> <tr><td>раздражимость;</td></tr> <tr><td>размножение;</td></tr> <tr><td>рост;</td></tr> <tr><td>движение.</td></tr> </table>	обмен веществ;	раздражимость;	размножение;	рост;	движение.	2	1	6
обмен веществ;										
раздражимость;										
размножение;										
рост;										
движение.										
SingleSelection	Процесс увеличения массы тела и размеров организма в период его развития называется:	<table border="1"> <tr><td>обмен веществ;</td></tr> <tr><td>раздражимость;</td></tr> <tr><td>размножение;</td></tr> <tr><td>рост;</td></tr> <tr><td>движение.</td></tr> </table>	обмен веществ;	раздражимость;	размножение;	рост;	движение.	4	1	7
обмен веществ;										
раздражимость;										
размножение;										
рост;										
движение.										
SingleSelection	Процессы поступления питательных веществ в организм и выведение из него продуктов распада называется:	<table border="1"> <tr><td>обмен веществ;</td></tr> <tr><td>раздражимость;</td></tr> <tr><td>размножение;</td></tr> <tr><td>рост;</td></tr> <tr><td>движение.</td></tr> </table>	обмен веществ;	раздражимость;	размножение;	рост;	движение.	1	1	8
обмен веществ;										
раздражимость;										
размножение;										
рост;										
движение.										

SingleSe- lection	Процесс пе- редачи на- следствен- ной информа- ции от родителей к потомкам называется:	обмен веществ;	3	1	9
		раздражимость;			
		размножение;			
		рост;			
		движение.			
SingleSe- lection	Процесс пе- ремещения организма и его отдель- ных органов в про- странстве или внут- риклечоч- ное переме- щение это:	обмен веществ;	5	1	10
		раздражимость;			
		размножение;			
		рост;			
		движение.			

8.1 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

- 1) *Биология как наука, ее достижения, методы исследования, связи с другими науками. Роль биологии в формировании современной естественнонаучной картины мира.*
- 2) *Признаки и свойства живого: клеточное строение, особенности химического состава, обмен веществ и превращения энергии, гомеостаз, раздражимость, воспроизведение, развитие.*
- 3) *Уровневая организация и эволюция. Основные уровни организации живой природы: клеточный, организменный, популяционно-видовой, биогеоценотический, биосферный.*
- 4) *Биологические системы. Общие признаки биологических систем: клеточное строение, особенности химического состава, обмен веществ и превращения энергии, гомеостаз, раздражимость, движение, рост и развитие, воспроизведение, эволюция.*
- 5) *Химический состав клетки. Макро- и микроэлементы.*
- 6) *Неорганические вещества клетки. Вода, минеральные соли. Особенности строения, функции в клетке и организме.*
- 7) *Основные типы органических веществ в клетке. Взаимосвязь строения и функций неорганических и органических веществ (белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, АТФ), входящих в состав клетки. Роль химических веществ в клетке и организме человека.*
- 8) *Классификация углеводов, особенности их структуры.*
- 9) *Строение и функции моносахаридов.*
- 10) *Строение и функции полисахаридов.*
- 11) *Особенности строения белков как биологических полимеров. Мономеры белка.*
- 12) *Строение первичной и вторичной структуры белка.*

- 13) *Строение третичной и четвертичной структуры белка.*
- 14) *Функции белков. Ферменты – биологически активные вещества клетки.*
- 15) *Особенности структуры и функции липидов. Функции липидов в клетке.*
- 16) *Особенности строения нуклеиновых кислот как биологических полимеров. Строение мономеров нуклеиновых кислот.*
- 17) *Сходство и различие строения нуклеотидов ДНК и РНК.*
- 18) *Строение вторичной структуры ДНК. Понятие о процессе репликации.*
- 19) *Строение и функции основных компонентов клетки. Взаимосвязь строения и функций частей и органоидов клетки – основа ее целостности.*
- 20) *Строение клетки прокариот.*
- 21) *Сходство и различие в строении клетки про- и эукариот.*
- 22) *Виды бактерий. Болезнетворные бактерии.*
- 23) *Особенности строения клеточной мембраны про- и эукариот.*
- 24) *Надмембранные структуры клеток про- и эукариот, их функции.*
- 25) *Особенности строения цитоскелета клетки.*
- 26) *Особенности строения и функций генетического аппарата клеток про- и эукариот.*
- 27) *Строение и функции ядра.*
- 28) *Генетический материал ядра – хроматин. Современные представления о гене и геноме.*
- 29) *Клеточные органеллы про-кариот.*
- 30) *Одномембранные органеллы, их строение и функции.*
- 31) *Двухмембранные органеллы, их строение и функции.*
- 32) *Безмембранные органеллы, их строение и функции.*
- 33) *Специализированные органеллы, их строение и функции.*
- 34) *Основные понятия о клеточных процессах. Рост и развитие. Клеточный цикл.*
- 35) *Энергетический и пластический обмен, их взаимосвязь.*
- 36) *Стадии энергетического обмена. Брожение и дыхание.*
- 37) *Стадии биосинтеза белка. Особенности транскрипции и трансляции. Образование вторичной, третичной и четвертичной структуры белков.*
- 38) *Ткани многоклеточных организмов. Специализация клеток. Основные виды тканей человека.*
- 39) *Строение и функции эпителиальной ткани человека.*
- 40) *Строение и функции соединительной ткани человека.*
- 41) *Строение и функции мышечной ткани человека.*
- 42) *Строение и функции нервной ткани человека.*

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышен-	Творческая	<i>Включает низестоя-</i>	отлично	зачтено	86-100

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

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

Основная литература

1. Биологическая химия : учеб. пособие для вузов/ [Ю. Б. Филиппович [и др.] ; под ред. Н. И. Ковалевской. -4-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Академия, 2013. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 314, [1] с.: ил., рис., табл.
2. Верещагина В. А. Цитология : учеб. для вузов/ В. А. Верещагина. -Москва: Академия, 2012. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 172, [1] с.: ил., рис., табл.
3. Глинка Н. Л. Общая химия : учеб. пособие/ Н. Л. Глинка; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. -18-е изд., перераб. и доп.. -М.: Юрайт, 2011. -885, [3] с.: ил., табл.
4. Глинка Н. Л. Общая химия : учеб. для acad. бакалавриата : в 2 т./ Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова Т. 1. -1 r=on-line, 746 с.
5. Грандберг И. И. Органическая химия : учеб. для бакалавров/ И. И. Грандберг, Н. Л. Нам. -8-е изд.. -М.: Юрайт, 2012. -608 с.

6. Ершов Ю. А. *Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов* : учеб. для вузов/ Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд; под ред. Ю. А. Ершова. -10-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Юрайт, 2014 r=on-line, 559, [1]
7. Кудряшева Н. С. *Физическая и коллоидная химия* : учеб. и практикум для приклад. бакалавриата/ Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева; Сиб. Федер. ун-т. -2-е изд., перераб. и доп.. -Москва:
8. Хаханина Т. И. *Неорганическая химия* : учеб. пособие для СПО и приклад. бакалавриата/ Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, В. И. Гребенькова; Нац. исслед. ун-т. -Москва: Юрайт, 2015. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 287, [1] с.
9. Щукин Е. Д. *Коллоидная химия* : учеб. для бакалавров/ Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. -7-е изд., испр. и доп.. -М.: Юрайт, 2013. -443, [1] с.: ил., табл.

Дополнительная литература:

1. Глинка Н. Л. *Задачи и упражнения по общей химии* : учеб.-практ. пособие/ Н. Л. Глинка ; под ред. А. В. Бабкова, В. А. Попкова. -14-е изд.. -М.: Юрайт, 2014. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 236, [1] с.
2. Зиматкин С. М. *Гистология, цитология и эмбриология* : учеб. пособие для учреждений высш. образования / С. М. Зиматкин. -2-е изд., испр.. -Минск: Вышэйшая школа, 2013 r=on-line, 228, [1] с. УЧЛ - Учебное пособие, УЧЛ - Электронный учебник (ККО=1), Электронный сетевой ресурс
3. Нетрусов А. И. *Введение в биотехнологию* : учеб. для вузов/ А. И. Нетрусов. -Москва: Академия, 2014. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 280, [1] с.: ил.
4. *Практикум по общей химии. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов* : учеб. пособие для вузов/ В. А. Попков [и др.] ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. -4-е изд.. -М.: Юрайт, 20122014. -238, [1], с.: ил
5. Пузаков С. А. *Сборник задач и упражнений по общей химии* : учеб. пособие для вузов/ С. А. Пузаков, В. А. Попков, А. А. Филиппова. -5-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Юрайт, 2014 r=on-line, 254, [1]: табл.

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

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС 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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Избранные главы нанотехнологий».

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

Родионова В.В. – директор НОЦ Умные материалы и биомедицинские приложения ОНК ИВТ, к.ф.-м.н.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического совета
образовательно-научного кластера
«Институт высоких технологий»

к.ф.-м.н., доцент
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич
Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Избранные главы нанотехнологий»
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: «Избранные главы нанотехнологий».

Цель дисциплины: изучение методологий, экспериментальных технологий изготовления наноструктур и устройств в наномасштабах

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
ПК-1 Способен выполнять измерения параметров наноматериалов и наноструктур, а также планировать проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур и анализировать полученные данные	ПК-1.1 Планирует проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.2 Собирает, анализирует и обобщает данные измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.3 Организует и контролирует процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.4 Выполняет операции настройки оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и нормативной документацией с использованием стандартных (эталонные, контрольные) образцов в соответствии с технологической инструкцией	Знать: <ul style="list-style-type: none">• Инновационные принципы подхода «снизу-вверх» создания неорганических наноструктур• Инновационные принципы подходов «сверху вниз» для проектирования трех-, двух- и одномерных наноструктур• Экспериментальные методы изготовления наноструктур• Эволюция структурных, оптических, электрических, механических и магнитных свойств при переходе от массивных материалов к наноструктурам.• Примеры применения наноструктур.• Специальные вопросы, связанные с иерархичностью строения наносистем Уметь: Проектировать экспериментов по производству различных наноразмерных материалов. Владеть: навыком выбора наилучшей техники для определения структуры, состава и физических свойств материала.

<p>УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p>	<p>УК-1.1 Анализирует проблемные ситуации, используя системный подход УК-1.2 Использует способы разработки стратегии действий по достижению цели на основе анализа проблемной ситуации</p>	<p>Знать: различия научных подходов к экспериментальным исследованиям в разных странах; Владеть: навыками ведения лекций и практических занятий в сфере исследований нанотехнологий и их использования Уметь: донести информацию и научить базовым навыкам проведения эксперимента на современном уровне</p>
<p>УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели</p>	<p>УК-3.1 Демонстрирует знание методов формирования команды и управления командной работой УК-3.2 Разрабатывает и реализует командную стратегию в групповой деятельности для достижения поставленной цели</p>	<p>Знать: технику безопасности работы с различными видами наноматериалов; Уметь: составлять программу исследовательской работы Владеть: навыками ведения научно-технической документации в сфере наноматериаловедения</p>
<p>ОПК-3 Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки</p>	<p>ОПК-3.1 Осуществляет выбор информационных ресурсов для поиска информации в соответствии с поставленной учебной задачей используя современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</p>	<p>Знать: современные проблемы в области развития нанотехнологий; основные задачи и технологические аспекты создания и использования наноматериалов Уметь: выделять исполнителей, владеющих необходимыми для проведения эксперимента навыками Владеть: навыками работы в команде</p>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Избранные главы нанотехнологий» представляет собой дисциплину базового модуля обязательной части дисциплин Б1.О.03 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа " Дизайн умных материалов".

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>Тема 1. От макро к нано</i>	<i>Наноструктуры как объект исследования. Обоснованность и мотивация. Пути и возможности исследования объектов наноразмеров. Самособирающиеся системы. Наноразмер как способ получения свойств.</i>
2	<i>Тема 2. Термодинамика наноструктур</i>	<i>Система и взаимодействие с окружающей средой. Некоторые переменные термодинамики. Температура и наноматериалы. Термодинамика и размерные эффекты. Температура плавления наноматериалов. Первый закон термодинамики. Теплообмен и теплоемкость. Классическая интерпретация энтропии. Статистическая интерпретация энтропии. Физическое и химическое</i>

		<i>равновесие. Температурная зависимость константы равновесия. Фазовое равновесия в объемных материалах и наночастицах.</i>
3	<i>Тема 3. Кинетика и транспорт в наноразмерных объектах</i>	<i>Скорость химической реакции. Скорость реакций. Оценка закономерностей и порядок реакции. Обратимые реакции. Теоретическое моделирование скоростей реакций. Температурная зависимость. Константы скорости. Теория столкновений. Каталитическое моделирование простых механизмов. Кинетика бимолекулярного связывания. Кинетика раствора и контроль диффузии. Основы физики диффузии наноматериалов в растворе. Кинетика диффузионного контроля</i>
4	<i>Тема 4. Квантовые эффекты на наноуровне</i>	<i>Квантовые ограничения для наноматериалов. Введение в квантовую механику. Электромагнитное излучение. Принцип неопределенности. Связанные системы и квантование. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Одномерная модель. Двух- и трехмерные модели. Модели и концепция вырождения. Наноразмерное ограничение в кольцах и сферах. Движение: гармонический осциллятор. Квантование вращения. Энергетические барьеры. Квантово-механического гармонический осциллятор.</i>
5	<i>Тема 5. Межмолекулярные взаимодействия и самосборка</i>	<i>Межмолекулярные взаимодействия и самособирающиеся системы. Ион-ионное взаимодействие. Ионно-дипольное взаимодействие. Диполь-дипольное взаимодействие. Диэлектрический скрининг. Силы рассеивания. Общих межмолекулярный потенциал. Водородные связи. Гидрофобный эффект. Электростатическое взаимодействие между поверхностями. Агрегация и электронная структура.</i>
6	<i>Тема 6. Методы характеристики наноматериалов</i>	<i>Спектроскопические методы. Взаимодействие света и материала. УФ-видимая спектроскопия. Поглощение видимого света тонкопленочными материалами. Спектроскопия молекулярной флуоресценции. Методы колебательной спектроскопии. Методы рассеяния света. Рассеяние и поглощение. Рамановская спектроскопия. Рассеяние света на наночастицах. Определение размера частиц с помощью рассеянного света. Динамическое рассеяние света. Рентгеновская спектроскопия. Поглощение. Флюоресценция. Дифракция.</i>
7	<i>Тема 7. Изучение поверхности и методы визуализации</i>	<i>Изучение поверхности. Поверхностная энергия твердых тел и жидкостей. Поверхностная свободная энергия адсорбированных монослоев. Краевые углы и явления смачивания. Наноматериалы и супергидрофобные поверхности. Адсорбционные явления:</i>

		<p>самосбор-ные монослои. Образование мицелл и микроэмульсий. Определение избытка поверхности площадь поперечного сечения молекул. Кварцевый микробаланс. Пьезоэлектрический эффект. Эллипсометрия. Основные принципы электромагнитной теории и поляризации света.</p> <p>Основные принципы эллипсометрии. Эллипсометр. Другие методы измерения толщины и показателя преломления. Явления отражения на границах раздела. Поверхностный плазмон-ный резонанс. Двойная поляризационная интерферометрия. Поверхностно-чувствительные спектроскопические методы. ИК-спектроскопия с ослабленным полным отражением.</p> <p>Отражательная абсорбционная ИК-спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния на поверхности. Нелинейные спектроскопические методы. Введение в нелинейную оптику. Генерация второй гармоники. Визуализация наноструктур.</p>
8	Тема 8. Функциональные наноматериалы (введение)	<p>Наноразмерные аппараты. Перенос заряда. Модель Маркуса для переноса заряда. Теория полос. Солнечные батареи и светодиоды. Полевые транзисторы. Передача возбуждения. Функциональные красители. Фоторелаксация. Резонансный перенос энергии. Формирование и свойства экситонов. Квантовые точки. Оптические свойства квантовых точек. Синтез квантовых точек. In-vivo изображения с квантовыми точками. Фотодинамическая терапия. Нанопровода. Квантовое влияние на проводимость нанопровода. Электронный транспорт в нанопроводах. Синтез нанопровода. Углеродные нанотрубки. Структура углеродных нанотрубок. Свойства нанотрубок. Методы выращивания нанотрубок. Каталитический механизм роста.</p>
9	Тема 9. Изготовление, свойства и применение тонких пленок	<p>Твердые липидные бислои. Полимерные мягкие фосфолипидные бислои. Восстановление флуоресценции после фотообесцвечивания. - Флуоресцентный резонансный перенос энергии.</p> <p>Флуоресцентная интерференционная контрастная микроскопия. Образование липидного бислоя при помощи растворителя. Самосборные монослои. Полярные аморфные пленки</p> <p>Спин-покрытие. Оптическая и электронно-лучевая литография. Мягкая литография Наносферная литография. Использование АФМ. ДНК и липидные микрочипы. Использование ДНК-микрочипа.</p>

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обу-

чающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

Тема 1. От макро к нано

Тема 2. Термодинамика наноструктур

Тема 3. Кинетика и транспорт в нанорезмерных объектах

Тема 4. Квантовые эффекты на наноуровне

Тема 5. Межмолекулярные взаимодействия и самосборка

Тема 6. Методы характеристики наноматериалов

Тема 7. Изучение поверхности и методы визуализации

Тема 8. Функциональные наноматериалы (введение)

Тема 9. Изготовление, свойства и применение тонких пленок

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1. От макро к нано

Наноструктуры как объект исследования. Обоснованность и мотивация. Пути и возможности исследования объектов наноразмеров. Самособирающиеся системы. Наноразмер как способ получения свойств.

Тема 2. Термодинамика наноструктур

Система и взаимодействие с окружающей средой. Некоторые переменные термодинамики. Температура и наноматериалы. Термодинамика и размерные эффекты. Температура плавления наноматериалов. Первый закон термодинамики. Теплообмен и теплоемкость. Классическая интерпретация энтропии. Статистическая интерпретация энтропии. Физическое и химическое равновесие. Температурная зависимость константы равновесия. Фазовое равновесие в объемных материалах и наночастицах.

Тема 3. Кинетика и транспорт в нанорезмерных объектах

Скорость химической реакции. Скорость реакций. Оценка закономерностей и порядок реакции. Обратимые реакции. Теоретическое моделирование скоростей реакций. Температурная зависимость. Константы скорости. Теория столкновений. Каталитическое моделирование простых механизмов. Кинетика бимолекулярного связывания. Кинетика раствора и контроль диффузии. Основы физики диффузии наноматериалов в растворе. Кинетика диффузионного контроля

Тема 4. Квантовые эффекты на наноуровне

Квантовые ограничения для наноматериалов. Введение в квантовую механику. Электромагнитное излучение. Принцип неопределенности. Связанные системы и квантование. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Одномерная модель. Двух- и трехмерные модели. Модели и концепция вырождения. Наноразмерное ограничение в кольцах и сферах.

Движение: гармонический осциллятор. Квантование вращения. Энергетические барьеры. Квантово-механический гармонический осциллятор.

Тема 5. Межмолекулярные взаимодействия и самосборка

Межмолекулярные взаимодействия и самособирающиеся системы. Ион-ионное взаимодействие. Ионно-дипольное взаимодействие. Диполь-дипольное взаимодействие. Диэлектрический скрининг. Силы рассеивания. Общий межмолекулярный потенциал. Водородные связи. Гидрофобный эффект. Электростатическое взаимодействие между поверхностями. Агрегация и электронная структура.

Тема 6. Методы характеристики наноматериалов

Спектроскопические методы. Взаимодействие света и материала. УФ-видимая

спектроскопия. Поглощение видимого света тонкопленочными материалами. Спектроскопия молекулярной флуоресценции. Методы колебательной спектроскопии. Методы рассеяния света. Рассеяние и поглощение. Рамановская спектроскопия. Рассеяние света на наночастицах. Определение размера частиц с помощью рассеянного света. Динамическое рассеяние света. Рентгеновская спектроскопия. Поглощение. Флуоресценция. Дифракция.

Тема 7. Изучение поверхности и методы визуализации

Изучение поверхности. Поверхностная энергия твердых тел и жидкостей. Поверхностная свободная энергия адсорбированных монослоев. Краевые углы и явления смачивания. Наноматериалы и супергидрофобные поверхности. Адсорбционные явления: самосборные монослои. Образование мицелл и микроэмульсий. Определение избытка поверхности площадь поперечного сечения молекул. Кварцевый микробаланс. Пьезоэлектрический эффект. Эллипсометрия. Основные принципы электромагнитной теории и поляризации света.

Основные принципы эллипсометрии. Эллипсометр. Другие методы измерения толщины и показателя преломления. Явления отражения на границах раздела. Поверхностный плазмонный резонанс. Двойная поляризационная интерферометрия. Поверхностно-чувствительные спектроскопические методы. ИК-спектроскопия с ослабленным полным отражением.

Отражательная абсорбционная ИК-спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния на поверхности. Нелинейные спектроскопические методы. Введение в нелинейную оптику. Генерация второй гармоники. Визуализация наноструктур.

Тема 8. Функциональные наноматериалы (введение)

Наноразмерные аппараты. Перенос заряда. Модель Маркуса для переноса заряда. Теория полос. Солнечные батареи и светодиоды. Полевые транзисторы. Передача возбуждения. Функциональные красители. Фоторелаксация. Резонансный перенос энергии. Формирование и свойства экситонов. Квантовые точки. Оптические свойства квантовых точек. Синтез квантовых точек. In-vivo изображения с квантовыми точками. Фотодинамическая терапия. Нанопровода. Квантовое влияние на проводимость нанопровода. Электронный транспорт в нанопроводах. Синтез нанопровода. Углеродные нанотрубки. Структура углеродных нанотрубок. Свойства нанотрубок. Методы выращивания нанотрубок. Каталитический механизм роста.

Тема 9. Изготовление, свойства и применение тонких пленок

Твердые липидные бислои. Полимерные мягкие фосфолипидные бислои. Восстановление флуоресценции после фотообесцвечивания. Флуоресцентный резонансный перенос энергии.

Флуоресцентная интерференционная контрастная микроскопия. Образование липидного бислоя при помощи растворителя. Самосборные монослои. Полярные аморфные пленки Спин-покрытие. Оптическая и электронно-лучевая литография. Мягкая литография Наносферная литография. Использование AFM. ДНК и липидные микрочипы. Использование ДНК-микрочипа.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: От макро к нано Термодинамика наноструктур Кинетика и транспорт в наноразмерных объектах Квантовые эффекты на наноуровне Межмолекулярные взаимодействия и самосборка Методы характеристики наноматериалов Изучение поверхности и методы визуализации Функциональные наноматериалы (введение) Изготовление, свойства и применение тонких пленок

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 От макро к нано Термодинамика наноструктур Кинетика и транспорт в нанорезмерных объектах Квантовые эффекты на наноуровне Межмолекулярные взаимодействия и самосборка Методы характеристики наноматериалов Изучение поверхности и методы визуализации Функциональные наноматериалы (введение) Изготовление, свойства и применение тонких пленок

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>Тема 1. От макро к нано</i>	УК-1, УК-2, ОПК-3	<i>самостоятельная работа, тест</i>
<i>Тема 2. Термодинамика наноструктур</i>	УК-1, УК-2, ОПК-3	<i>самостоятельная работа, тест</i>
<i>Тема 3. Кинетика и транспорт в нанорезмерных объектах</i>	УК-1, УК-2, ОПК-3	<i>самостоятельная работа, тест</i>
<i>Тема 4. Квантовые эффекты на наноуровне</i>	УК-1, УК-2, ОПК-3	<i>самостоятельная работа, тест</i>
<i>Тема 5. Межмолекулярные взаимодействия и самосборка</i>	УК-1, УК-2, ОПК-3	<i>самостоятельная работа, тест</i>
<i>Тема 6. Методы характеристики наноматериалов</i>	УК-1, УК-2, ОПК-3	<i>самостоятельная работа, тест</i>
<i>Тема 7. Изучение поверхности и методы визуализации</i>	УК-1, УК-2, ОПК-3	<i>самостоятельная работа, тест</i>
<i>Тема 8. Функциональные наноматериалы (введение)</i>	УК-1, УК-2, ОПК-3	<i>самостоятельная работа, тест</i>
<i>Тема 9. Изготовление, свойства и применение тонких пленок</i>	УК-1, УК-2, ОПК-3	<i>самостоятельная работа, тест</i>

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

1. При каком минимальном n размер частицы Fe_n может попасть в нанодиапазон?

Радиус атома железа– 132 пм.

2. Оцените число атомов в наночастице золота диаметром 3 нм. Радиус атома Au составляет 0.144 нм
3. Сколько атомов углерода входит в состав наноалмаза диаметром 5.0 нм? Какой процент от общего объема алмаза занимают атомы углерода? Необходимая информация: ковалентный радиус атома углерода составляет 0.077 нм (половина длины связи C–C). Плотность алмаза 3.52 г/см³.
4. Классификация нанокристаллических материалов по размерности.
5. Размерный эффект. Химический размерный эффект. Квантовый размерный эффект.
6. Вклад границ раздела в свойства системы. Влияние межфазных слоёв на объёмные свойства материалов.
7. Равновесные и неравновесные наноструктуры.
8. Кластеры: немонотонная зависимость свойств от количества атомов в кластере (примеры), верхняя и нижняя граница размеров кластера. Металлические кластеры. Молекулярные кластеры.
9. Фуллерены: открытие фуллеренов, формирование фуллеренов, фуллерены в природе.
10. Графен.
11. Углеродные нанотрубки: структура нанотрубок, электронные свойства нанотрубок, основные способы получения.
12. Поверхностные (связанные с разделом границ) и объёмные (связанные с размером зёрен) эффекты. Большая развитость, протяжённость и особое строение границ раздела в компактных нанокристаллических материалах.
13. Уменьшение размера зёрен (кристаллитов) как эффективный метод изменения свойств твёрдого тела. Механические свойства. Тепловые свойства. Электрические свойства. Магнитные свойства.

Один вариант ответа	Как называются протяжённые цилиндрические структуры диаметром от одного до нескольких десятков нанометров и длиной до нескольких сантиметров, состоящие из одной или нескольких свёрнутых в трубку гексагональных графитовых плоскостей и заканчивающиеся обычно полусферической головкой, которая может рассматриваться как половина молекулы фуллерена?	1. графены 2. углеродные нанотрубки 3. графиты	2	
Один вариант ответа	Какой ученый впервые получил и применил углеродные волокна?	1. Т.Эдисон 2. А. Эйнштейн 3. Н.Бор	1	
Один вариант	Закончите предложение:	1. с тремя соседними	1	

ответа	каждый атом углерода в плоскостях графита связан.....	атомами неполярными ковалентными связями 2. с двумя соседними атомами полярными ковалентными связями. 3. с четырьмя соседними атомами неполярными ковалентными связями.		
Один вариант ответа	К какой группе относится слепевый графит?	1. природный графит 2. графит, полученный при выплавке чугуна 3. графит, образующийся при дегидрогенизации и полимеризации углеродов из конденсированной или газовой фазы	2	
Один вариант ответа	Как называется способность атомов одного химического элемента соединяться друг с другом различными способами, образуя различные пространственные конфигурации?	1. ковалентность 2. валентность 3. аллотропия	3	
Один вариант ответа	Какие наноструктуры относятся к комбинированным?	1. квазитрехмерные тонкоплёночные 2. квантовые ямы 3. гетерогенные структуры	3	
Один вариант ответа	Какие наноструктуры не относятся к комбинированным?	1. периодические многокомпонентные 2. квантовые ямы 3. гетерогенные структуры	2	

Один вариант ответа	Какие наноструктуры не относятся к дискретным?	1. наночастицы 2. квантовые точки 3. нанопроводники	3	
Один вариант ответа	Какие наноструктуры не относятся непрерывным?	1. нанокластеры 2. квантовые ямы 3. тонкие пленки 4. нанотрубки	2	

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Золи. Мицеллы. Микроэмульсии. Жидкие кристаллы. Плёнки Ленгмюра-Блоджет.
2. Биологические наноструктуры: нуклеиновые кислоты, вирусы, везикулы (липосомы), биологические мембраны.
3. Основное ограничение разрешающей способности оптических микроскопов (дифракционный предел разрешения Рэлея). Создание приборов, в которых используются волновые излучения не световой природы. Электронные микроскопы: просвечивающие электронные микроскопы и сканирующие электронные микроскопы.
4. Туннельный эффект. Сканирующий туннельный микроскоп.
5. Атомно-силовой микроскоп.
6. Первое использование термина «нанотехнология». Современное значение термина «нанотехнология». Два принципа создания наноматериалов: «сверху-вниз» и «снизу-вверх».
7. Литография. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
8. Методы синтеза нанокристаллических порошков: газофазный синтез, плазмохимический синтез.
9. Методы синтеза нанокристаллических порошков: осаждение из коллоидных растворов, механосинтез.
10. Получение компактных нанокристаллических материалов: компактирование нанопорошков, осаждение на подложку, интенсивная пластическая деформация.
11. Очевидные преимущества применения нанотехнологий. Наноматериалы в электронике. Наноматериалы в оптике.
12. Избранные главы нанотехнологии и энергетика. Избранные главы нанотехнологии и проблемы окружающей среды. Избранные главы нанотехнологии и решение проблемы нехватки продуктов питания. Наноматериалы в нанобиотехнологии и в медицине.
13. Опасности, связанные с развитием нанотехнологий.
14. Что такое нанокерамика?
15. Опишите кратко суперпарамагнетизм в наноструктурах.
16. Опишите эффект гигантского магнитного сопротивления в наноструктурах.
17. Опишите понятие мезоскопического размера.
18. Классификация веществ и материалов по размеру частиц и размерности.
19. Перспективы развития и использования углеродных нанотрубок.

20. Преобразование планарных напряженных гетероструктур в трехмерные, имеющие радиальную симметрию (нанотрубки).
21. Что такое выращивание наноструктур в дуговом разряде?
22. Какие методы получения карбина вы знаете?
23. Как в химии могут применяться углеродные нанотрубки?
24. Опишите кратко электропроводимость углеродных нанотрубок.
25. Как называется явление выхода электронов из вещества в вакуум?
26. Опишите кратко термоэлектронную эмиссию электронов.

1) 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

2)

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 низший 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 низший 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 Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин Кн. 2 : Электромагнетизм. Оптика. Квантовая физика. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 439, [3] с.
- 2 Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму : краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 2. -2000. -1 r=on-line, 88 с.
- 3 УЧЛ - Электронный учебник (ККО=1)
- 4 Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму : краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 1. -1998. -1 r=on-line, 89 с.
- 5 Задачник по электричеству и магнетизму : метод. пособие для студентов физ. фак./ Калинингр. гос. ун-т; сост. Е. Ф. Кондратьев. -Калининград, 1995. -81 с.

Дополнительная литература:

- 1) Шпольский, Э. В. Атомная физика: учебник: в 2 т./ Э. В. Шпольский Т. 2: Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. -6-е изд., стер. -1 r=on-line, 438 с.: ил.
- 2) Шпольский, Э. В. Атомная физика: учебник: в 2 т./ Э. В. Шпольский Т. 1: Введение в атомную физику. -8-е изд., стер. -1 r=on-line, 557, [3]: рис.
- 3) Гончарова Н. Г. Частицы и атомные ядра. Задачи с решениями и комментариями: учеб. пособие/ Н. Г. Гончарова, Б. С. Ишханов, И. М. Капитонов. -Москва: Физматлит, 2013. -1 r=on-line, 448 с.
- 4) Ахманов С. А. Статистическая радиофизика и оптика. Случайные колебания и волны в линейных системах/ С. А. Ахманов, Ю. Е. Дьяков, А. С. Чиркин. -2-е изд., перераб. и доп. -Москва: Физматлит, 2010. -1 r=on-line, 423 с.
- 5) Shantanu Bhattacharya, Avinash Kumar Agarwal, T. Rajagopalan, Vinay K. Patel - Nano-Energetic Materials-Springer Singapore (2019)
- 6) Jiawang Yan - Micro and Nano Fabrication Technology-Springer Singapore (2018)
- 7) Antonio Maffucci, Sergey A. Maksimenko - Fundamental and Applied Nano-Electromagnetics II_ THz Circuits, Materials, Devices-Sprin
- 8) Kamel A. Abd-Elsalam, Mohamed A. Mohamed, Ram Prasad - Magnetic Nanostructures_ Environmental and Agricultural Applications-Springer International Publishing (2017)

- 9) Viswanatha Sharma Korada, Nor Hisham B Hamid (eds.) - Engineering Applications of Nanotechnology_ From Energy to Drug Delivery.
- 10) Advanced Structured Materials 84) Zishan Husain Khan (eds.) - Nanomaterials and Their Applications-Springer Singapore (2018)
- 11) Kalarikkal, Nandakumar_ Koshy, Obey_ Thomas, Sabu - Nanomaterials physical, chemical, and biological applications-Apple Academic Press Inc (2018)
- 12) Dasgupta, Nandita_ Kumar, Vineet_ Ranjan, Shivendu - Environmental Toxicity of Nanomaterials-CRC Press (2018)

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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) ис-

пользуются 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 междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Избранные главы оптики и фотоники».

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

к.ф.-м.н., доцент ОНК ИВТ Самусев И.Г

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического совета
образовательно-научного кластера
«Институт высоких технологий»

к.ф.-м.н., доцент

Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич

Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Избранные главы оптики и фотоники».
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: «Избранные главы оптики и фотоники».

Цель дисциплины: ознакомление обучающихся с распространенными методами спектрального анализа и контроля веществ, в том числе наноструктур, функциональных материалов.

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

Код и содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<p>ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности</p>	<p>ОПК-1.1 Знает и использует фундаментальные физические и математические законы, методы накопления, передачи и обработки информации ОПК-1.2 Применяет физические законы для решения задач профессиональной деятельности ОПК-1.3 Демонстрирует навыки теоретического и экспериментального исследования, а также представления информации относительно объектов профессиональной деятельности ОПК-1.4 Проводит поиск и обработку информации, необходимой для организации учебных занятий и подготовки методических пособий</p>	<p>Знать: основные принципы, методы и технологии фотоники; основные методы спектрального анализа веществ; физические механизмы, лежащие в основе оптических и спектральных методов анализа и контроля веществ. Уметь: проводить групповые экспериментальные работы; Владеть: аппаратом спектрального анализа, методами спектроскопии, навыками применения методов спектрального анализа в различных областях фотоники.</p>
<p>ОПК-2 Способен в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики</p>	<p>ОПК-2.1 Знает и использует методы экспериментального и теоретического исследования в области физики ОПК-2.2 Организует самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность в области физики</p>	<p>Знать: основные принципы, методы и технологии фотоники; основные методы спектрального анализа веществ; физические механизмы, лежащие в основе оптических и спектральных методов анализа и контроля веществ. Уметь: применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы Интернет для изучения основных принципов, методов и технологии фотоники;</p>

<p>ПК-1 Способен выполнять измерения параметров наноматериалов и наноструктур, а также планировать проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур и анализировать полученные данные</p>	<p>ПК-1.1 Планирует проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.2 Собирает, анализирует и обобщает данные измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.3 Организует и контролирует процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.4 Выполняет операции настройки оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и нормативной документацией с использованием стандартных (эталонные, контрольные) образцов в соответствии с технологической инструкцией</p>	<p>Знать: основные принципы, методы и технологии фотоники; основные методы спектрального анализа веществ; физические механизмы, лежащие в основе оптических и спектральных методов анализа и контроля веществ. Уметь: характеризовать материалы методами спектрального анализа, методами спектроскопии Владеть: аппаратом спектрального анализа, методами спектроскопии, навыками применения методов спектрального анализа в различных областях фотоники.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Функциональные наноматериалы для различных приложений» представляет собой дисциплину базового модуля обязательной части дисциплин Б1.О.01 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Дизайн умных материалов".

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>Фотоника объемных полупроводниковых кристаллов</i>	<i>Сведения о зонной структуре важнейших полупроводниковых кристаллов. Экситонные возбуждения в кристаллах – общие представления. Экситон Ванье-Мотта. Спектры по-глощения экситона в полупроводниковых кристаллах. Межзонные оптические переходы без учета экситонного эффекта. Межзонные оптические переходы с учетом экситонного эффекта. Экситоны во внешних полях. Экранирование экситонов. Температурные свойства экситонных состояний. Экситон-фононное взаимодействие и его спектральное проявление. Горячая люминесценция экситонов. Экситонный поляритон. Связывание экситонов в примесях. Свойства экситонов в приповерхностном слое кристалла. Эффекты сильного оптического возбуждения. Кристаллические твердые растворы.</i>
2	<i>Фотоника полупроводниковых систем с пониженной размерностью</i>	<i>2D-системы с квантовыми ямами сверхрешетки. 1D-системы – квантовые нити (квантовые проволоки). 0D-мерные квантовые системы – квантовые точки.</i>
3	<i>Элементы полупроводниковой оптоэлектроники</i>	<i>Полупроводниковые лазеры. Светодиоды. Фотодетекторы.</i>
4	<i>Спектральные методы исследования веществ</i>	<i>Абсорбционная спектроскопия. Эмиссионный спектральный анализ. Фотометрия пламени. Методы колебательной спектроскопии. ИК-спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния. Люминесцентный анализ. Рентгеновская спектроскопия. Радиоспектроскопические методы. Ядерная спектроскопия. Лазерная спектроскопия. Электронная спектроскопия. Вакуумная спектроскопия. УФ-спектроскопия.</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):

Фотоника объемных полупроводниковых кристаллов

Фотоника полупроводниковых систем с пониженной размерностью

Элементы полупроводниковой оптоэлектроники

Спектральные методы исследования веществ

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1. Фотоника объемных полупроводниковых кристаллов

Сведения о зонной структуре важнейших полупроводниковых кристаллов. Экситонные возбуждения в кристаллах – общие представления. Экситон Ванье-Мотта. Спектры поглощения экситона в полупроводниковых кристаллах. Межзонные оптические переходы без учета экситонного эффекта. Межзонные оптические переходы с учетом экситонного эффекта. Экситоны во внешних полях. Экранирование экситонов. Температурные свойства экситонных состояний. Экситон-фононное взаимодействие и его спектральное проявление. Горячая люминесценция экситонов. Экситонный поляритон. Связывание экситонов в примесях. Свойства экситонов в приповерхностном слое кристалла. Эффекты сильного оптического возбуждения. Кристаллические твердые растворы.

Тема 2. Фотоника полупроводниковых систем с пониженной размерностью

2D-системы с квантовыми ямами сверхрешетки. 1D-системы – квантовые нити (квантовые проволоки). 0D-мерные квантовые системы – квантовые точки.

Тема 3. Элементы полупроводниковой оптоэлектроники

Полупроводниковые лазеры. Светодиоды. Фотодетекторы.

Тема 4. Спектральные методы исследования веществ

Абсорбционная спектроскопия. Эмиссионный спектральный анализ. Фотометрия пламени. Методы колебательной спектроскопии. ИК-спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния. Люминесцентный анализ. Рентгеновская спектроскопия. Радиоспектроскопические методы. Ядерная спектроскопия. Лазерная спектроскопия. Электронная спектроскопия. Вакуумная спектроскопия. УФ-спектроскопия.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Фотоника объемных полупроводниковых кристаллов Фотоника полупроводниковых систем с пониженной размерностью Элементы полупроводниковой оптоэлектроники Спектральные методы исследования веществ

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: Фотоника объемных полупроводниковых кристаллов Фотоника полупроводниковых систем с пониженной размерностью Элементы полупроводниковой оптоэлектроники Спектральные методы исследования веществ

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 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>Фотоника объемных полупроводниковых кристаллов</i>	ОПК-3, ПК-1, ПК-3	<i>Тест</i>
<i>Фотоника полупроводниковых систем с пониженной размерностью</i>	ОПК-3, ПК-1, ПК-3	<i>Тест</i>
<i>Элементы полупроводниковой оптоэлектроники</i>	ОПК-3, ПК-1, ПК-3	<i>Перевод и представление результатов научной статьи по теме дисциплины</i>
<i>Спектральные методы исследования веществ</i>	ОПК-3, ПК-1, ПК-3	<i>Перевод и представление результатов научной статьи по теме дисциплины</i>

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

№ п/п	Задание	Варианты ответа
1	Геометрический структурный фактор:	А) не может быть использован для определения граничных плоскостей зоны Брюллюэна; Б) не является фурье-образом функции плотности атомов в решетке; В) не используется при определении концентрации свободных носителей; Г) не может быть использован при описании процессов рассеяния волн и частиц.
2	Отклонение химического потенциала электронного газа от энергии Ферми	А) не зависит от температуры; Б) обратно пропорционально температуре; В) пропорционально температуре; Г) пропорционально квадрату температуры; Д) пропорционально третьей степени температуры; Е) пропорционально четвертой степени температуры.
3	Плазменная частота – это:	А) частота основной моды коллективных колеба-

		ний системы заряженных частиц; Б) частота колебаний отдельных заряженных частиц вокруг положений равновесия; В) частота электромагнитной волны, распространяющейся в заряженной среде.
4	Энергия Ферми пропорциональна концентрации частиц в степени:	А) 0; Б) 1; В) 1/2; Г) 1/3; Д) 2/3; Е) 3/4; Ж) 3/5.
5	Для трехмерной решетки с пятью атомами в элементарной ячейке число оптических ветвей колебаний равно:	А) 2; Б) 5; В) 12; Г) 15; Д) 18.
6	Фактор Дебая – Уоллера с ростом температуры:	А) возрастает; Б) убывает; В) не изменяется.
7	Большие значения константы Фрелиха характерны для:	А) кристаллов типа Ge или Si; Б) полупроводников типа A_3B_5 ; В) ионных кристаллов.
8	В методе присоединенных плоских волн:	А) ищется точное решение уравнения Шредингера; Б) ищется приближенное решение уравнения Шредингера с помощью теории возмущений; В) выполняется минимизация функционала энергии с пробными функциями в виде присоединенных плоских волн
9	В одномерной потенциальной яме:	А) всегда есть, по меньшей мере, один уровень размерного квантования; Б) в очень мелкой потенциальной яме может не быть ни одного уровня размерного квантования; В) если ширина ямы меньше некоторого критического значения, уровень размерного квантования существует при любой глубине ямы; Г) если ширина ямы больше некоторого критического значения, уровень размерного квантования существует при любой глубине ямы (вес 2).
10	Влияние постоянного внешнего электрического поля на поглощение света в экситонной области спектра в квантовых ямах в поле, параллельном оси роста гетероструктуры	А) незначительно; Б) сводится, главным образом, к уширению экситонных пиков; В) сводится, главным образом, к «красному» сдвигу экситонных пиков; Г) сводится, главным образом, к «синему» сдвигу экситонных пиков.

8.1 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

- 1) Кристаллы с непрямым межзонным переходом.
- 2) Кристаллы с прямым межзонным переходом.

- 3) Общие представления об экситонных возбуждениях в кристаллах.
- 4) Модель экситона большого радиуса.
- 5) Параметры экситонов большого радиуса.
- 6) Эффективная диэлектрическая проницаемость.
- 7) Уровни энергии и спектр поглощения экситона.
- 8) Спектры поглощения кубических кристаллов.
- 9) Спектры поглощения анизотропных кристаллов.
- 10) Матричный элемент перехода «зона – зона» и коэффициент поглощения.
- 11) Прямой разрешенный и запрещенный переходы. Непрямой переход.
- 12) Межзонные оптические переходы с учетом экситонного эффекта.
- 13) Экситонные переходы высокой мультиплетности.
- 14) Экситон в магнитном поле.
- 15) Экситон в электрическом поле.
- 16) Экранирование экситонов.
- 17) Температурные свойства экситонных состояний.
- 18) Горячая люминесценция экситонов.
- 19) Экситонный поляритон без учета пространственной дисперсии.
- 20) Пространственная дисперсия и ее влияние на поляритон.
- 21) Типы экситонно-примесных комплексов и их параметры.
- 22) Магнитооптика экситонно-примесных комплексов.
- 23) Свойства экситонов в приповерхностном слое кристалла.
- 24) Электронно-дырочная жидкость.
- 25) Биэкситоны.
- 26) Кристаллические твердые растворы и оптические методы их исследования.
- 27) Электронные волновые функции, плотность состояний и энергетические уровни 2D-системы.
- 28) Экситонные состояния в двумерных квантовых ямах.
- 29) Интерфейсы в 2D-системах.
- 30) 1D-системы – квантовые нити.
- 31) 0D-системы – квантовые точки.
- 32) Полупроводниковые лазеры.
- 33) Светодиоды.
- 34) Фотодетекторы.
- 35) Фотометрический анализ. Атомная абсорбционная спектроскопия
- 36) Происхождение эмиссионных спектров. Источник возбуждения. Качественный и количественный анализ. Схема проведения АЭСА. Аппаратура, используемая в анализе.
- 37) Чувствительность анализа методом фотометрии пламени. Количественное определение элементов. Измерение интенсивности излучения. Методы определения концентрации растворов в фотометрии пламени.
- 38) Классификация и величины, характеризующие люминесцентное излучение. Основы люминесцентного метода. Аппаратура, используемая в анализе.
- 39) Рентгено-эмиссионный и рентгенофлуоресцентный анализ.
- 40) Рентгено-абсорбционный анализ. Оже-спектроскопия.
- 41) Метод электронного парамагнитного резонанса.
- 42) Метод ядерного магнитного резонанса.
- 43) Метод ядерного квадрупольного резонанса.
- 44) Спектры ИК и комбинационного рассеяния. Аппаратура, используемая в анализе.
- 45) Метод лазерной спектроскопии.
- 46) Методы альфа- и бета-спектроскопии.
- 47) Методы гамма- и гамма-резонансной спектроскопии.
- 48) Метод нейтронной спектроскопии.

- 49) Метод фотоэлектронной спектроскопии.
 50) Метод спектроскопии характеристических потерь энергии электронов.
 51) Метод вакуумной спектроскопии.
 52) Метод УФ-спектроскопии.

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) Пентин, Ю. А. Основы молекулярной спектроскопии: учеб. пособие для вузов/ Ю. А. Пентин, Г. М. Курамшина. - М.: Мир: БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. -398 с.
- 2) Знаменский, Н. В. Спектры и динамика оптических переходов редкоземельных ионов в кристаллах/ Н. В. Знаменский, Ю. В. Малюкин. - М.: Физматлит, 2008. -191 с.
- 3) Кремерс, Д. Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия/ Д. Кремерс, Л. Радзимски ; пер. с англ. А. А. Горбатенко [и др.] ; под общ. ред. Н. Б. Зорова . - М.: Техносфера, 2009. -358 с.
- 4) Габуда, С. П. Неподделенные электронные пары и химическая связь в молекулярных и ионных кристаллах. Мультиядерная ЯМР-спектроскопия, магнетохимия, электронные корреляционные взаимодействия и релятивистские эффекты/ С. П. Габуда, С. Г. Козлова; РАН, СО, Ин-т неорганической химии им. А. В. Николаева; отв. ред. В. М. Бузник. -Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. -164 с.
- 5) Шеин, А. Б. Физические методы исследований (металлография, электронная микроскопия, электронная спектроскопия): учеб. пособие/ А. Б. Шеин; Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Перм. гос. ун-т». -Пермь: Перм. гос. ун-т, 2008. -108 с.
- 6) Беккер, Ю. Спектроскопия/ Ю. Беккер ; пер. с нем. Л. Н. Казанцевой ; под ред. А. А. Пупышева, М. В. Поляковой. - М.: Техносфера, 2009. -527 с.
- 7) Мазалова, В. Л. Нанокластеры. Рентгеноспектральные исследования и компьютерное моделирование/ В. Л. Мазалова, А. Н. Кравцова, А. В. Солдатов. - Москва: Физматлит, 2012. -182 с.

Дополнительная литература:

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

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

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС 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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Иностранный язык (английский)»
Шифр: 03.04.02
Направление подготовки: «Физика»
Профиль: «Дизайн умных материалов»**

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

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

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического
совета образовательно-научного кластера
«Институт высоких технологий»

к.ф.-м.н., доцент

Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич

Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Иностранный язык (английский)»
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: «Иностранный язык (английский)».

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 компетенции Содержание компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Редактирует, составляет и переводит различные академические тексты в том числе на иностранном(ых) языке(ах) УК-4.2 Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на публичных мероприятиях, включая международные, в том числе на иностранном(ых) языке(ах)	Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, методы научно-исследовательской деятельности; Уметь: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; 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;
УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие	УК-5.1 Анализирует аксиологические системы; обосновывает актуальность их учета в социальном и профессиональном	Знать: виды и особенности письменных текстов и устных выступлений; понимать общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные

культуры в процессе межкультурного взаимодействия	взаимодействии УК-5.2 Выстраивает профессиональное взаимодействие с учетом культурных особенностей представителей разных этносов, конфессий и социальных групп	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.
---------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Функциональные наноматериалы для различных приложений» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.01.01 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Дизайн умных материалов".

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>Nanomaterials 1D</i>	<i>a. Discussing their features and properties; Grammar: nouns of Latin and Greek origin Present Simple/Continuous</i>
2	<i>Properties of 2D nanomaterials</i>	<i>a. the difference between graphene and graphite Grammar: a. Past Simple and Past Continuous Past Perfect b. Avoiding repetition. That (of) / those (of)</i>
3	<i>Nanomaterials 3D</i>	<i>a. Dendrimer; b. Quantum dots; c. Fullerenes. Grammar: Present Perfect Simple/Continuous Noun phrases in academic writing</i>
4	<i>MXenes</i>	<i>Mxenes origin; b. Mxenes properties. Grammar: Future Simple/Continuous/Perfect Present tenses with the future meaning</i>
5	<i>Metal Organic Framework (MOF)</i>	<i>b. MOF application. Grammar: Passive voice Types of adverbs Planning and preparation to write your article</i>
6	<i>Nanobiology. Nanomimetics</i>	<i>a. Biomimetic nanomaterials; b. Sacrificial bonds. Grammar: Gerund/Infinitive forms Structuring of academic sentences</i>

7	<i>Biomolecular coronas</i>	<i>a. Nanomedicine</i> <i>Grammar:</i> <i>Inversion</i> <i>How to write “introduction” part of your article</i>
8	<i>Nanoscale glass bottles</i>	<i>a. Targeted drug delivery;</i> <i>Grammar:</i> <i>Complex subject, passive voice with the reporting verbs.</i> <i>How to refer to the authors.</i> <i>Literature reviews.</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):

Nanomaterials 1D
 Properties of 2D nanomaterials
 Nanomaterials 3D
 MXenes
 Metal Organic Framework (MOF)
 Nanobiology. Nanomimetics
 Biomolecular coronas
 Nanoscale glass bottles

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1. Nanomaterials 1D a. Discussing their features and properties; Grammar: nouns of Latin and Greek origin Present Simple/Continuous
 Тема 2. Properties of 2D nanomaterials the difference between graphene and graphite Grammar: a. Past Simple and Past Continuous Past Perfect b. Avoiding repetition. That (of) / those (of)
 Тема 3. Nanomaterials 3D a. Dendrimer; b. Quantum dots; c. Fullerenes. Grammar: Present Perfect Simple/Continuous Noun phrases in academic writing
 Тема 4. MXenes Mxenes origin; b. Mxenes properties. Grammar: Future Simple/Continuous/Perfect Present tenses with the future meaning
 Тема 5. Metal Organic Framework (MOF) b. MOF application. Grammar: Passive voice Types of adverbs Planning and preparation to write your article
 Тема 6. Nanobiology. Nanomimetics a. Biomimetic nanomaterials; b. Sacrificial bonds. Grammar: Gerund/Infinitive forms Structuring of academic sentences
 Тема 7. Biomolecular coronas a. Nanomedicine Grammar: Inversion How to write “introduction” part of your article
 Тема 8. Nanoscale glass bottles a. Targeted drug delivery; Grammar: Complex subject, passive voice with the reporting verbs.

How to refer to the authors. Literature reviews.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Nanomaterials 1D Properties of 2D nanomaterials Nanomaterials 3D MXenes Metal Organic Framework (MOF) Nanobiology. Nanomimetics Biomolecular coronas Nanoscale glass bottles

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: Nanomaterials 1D Properties of 2D nanomaterials Nanomaterials 3D MXenes Metal Organic Framework (MOF) Nanobiology. Nanomimetics Biomolecular coronas Nanoscale glass bottles

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>Nanomaterials 1D</i>	УК-4, УК-5	<i>общая беседа, обсуждение в парах, группах</i>
<i>Properties of 2D nanomaterials</i>	УК-4, УК-5	<i>проект</i>
<i>Nanomaterials 3D</i>	УК-4, УК-5	<i>резюме</i>
<i>MXenes</i>	УК-4, УК-5	<i>индивидуальный проект</i>
<i>Metal Organic Framework (MOF)</i>	УК-4, УК-5	<i>творческий проект</i>
<i>Nanobiology. Nanomimetics</i>	УК-4, УК-5	<i>общая беседа, обсуждение в парах, группах</i>
<i>Biomolecular coronas</i>	УК-4, УК-5	<i>проект</i>
<i>Nanoscale glass bottles</i>	УК-4, УК-5	<i>резюме</i>

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Сложность вопроса	Описание
SingleSelection	1.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	2.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	3.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	4.An alarm sounds to ... (Complete the sentence)	warn you please you calm you	1	Technology in use. An alarm sounds to ...
SingleSelection	5.Foundation is ... (Complete the sentence)	something you can find system used to control base supporting a building or structure	2	Technology in use. Foundation is ...
SingleSelection	6.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	7.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	8.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	9.Powered means ... (Complete the sentence)	have movement directed moved by force carried	2	Technology in use. Powered means ...
SingleSelection	10.Cable needs strength-to-weight ... (Complete the sentence)	ratio structure definition	1	Technology in use. Cable needs strength-to-weight ...
SingleSelection	11.Alternative term for pulley is ... (Complete the sentence)	solar power pile sheave	2	Technology in use. Alternative term for pulley is ...
SingleSelection	12.Steel ...in concrete (Complete this expression)	strength foundation reinforcement	3	Technology in use. Steel ...in concrete
SingleSelection	13.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	14.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	15.This article is often ... (Complete the sentence)	written about referred to acted on	2	Technology in use. This article is often ...
SingleSelection	16.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	17.Redundant satellites that litter orbital	garbage space debris wastes	2	Technology in use. Redundant

	space are called ... (Complete the sentence)			satellites that litter orbital space are called ...
SingleSelection	18. 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	19. 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	20. 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 a 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, 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, 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, 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 lots of ideas randomly in a group session, without analysis initially, 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, 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 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. 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.*
2. Mark Ibbotson. *Cambridge English for Engineering. Upper Intermediate Student's Book with Audio CDs. Cambridge University Press, 2010.*
3. Tamzen Armer. *Cambridge English for Scientists. Upper Intermediate Student's Book with Audio CDs. Cambridge University Press, 2012.*

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.*

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/>)
- <http://www.cambridgeenglish.org.ru/exams-and-qualifications/>
- <http://www.learnenglishfeelgood.com>
- <http://esl.about.com/od/engilshvocabulary/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>

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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Компьютерная химия и моделирование химических систем»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

Серов Никита Сергеевич, Кладько Даниил Университет ИТМО

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»
к.ф.-м.н., доцент
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич
Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Компьютерная химия и моделирование химических систем»
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: «Компьютерная химия и моделирование химических систем».

Цель дисциплины: Теоретические данные неразрывно связаны с экспериментальными данными и потенциально способны повысить производительность и интерпретируемость прогностических алгоритмов машинного обучения. Студенты пройдут обучение моделированию химических систем, а также теоретическим расчетам их свойств, и получают представление о том, как экспериментальные данные могут быть дополнены результатами, полученными в контексте отдельных химических задач. Цель курса – научить высокопроизводительному DFT-расчету, молекулярному докингу фармацевтических препаратов к мишеням.

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-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1 Осуществляет организацию и руководство группой для достижения поставленных научных задач УК-3.2 Разрабатывает стратегию руководства группой для достижения поставленных научных задач	Знать: различные направления научных исследований физики (новые и старые) Уметь: выделять научную проблему и ставить конкретную физическую задачу для ее решения. Владеть: навыками создания и описания материалов, навыками работы с научной литературой на русском и английском языках
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Редактирует, составляет и переводит различные академические тексты в том числе на иностранном(ых) языке(ах) УК-4.2 Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на публичных мероприятиях, включая международные, в том числе на иностранном(ых) языке(ах)	знать: - особенности осуществления профессиональной деятельности, используя цифровые технологии уметь: использовать правовые, этические правила при разработке стандартов, норм и правил в сфере искусственного интеллекта владеть: - базовыми навыками управления качеством больших данных
ПК-3 Способен организовать выполнение научно-исследовательских работ по закрепленной тематике	ПК-3.1 Разрабатывает и организует выполнение мероприятий по тематическому плану ПК-3.2 Управляет разработкой технической документации проектных работ	Знать: - понимать принципиальные схемы разработки технического задания на производство наноструктурированных композиционных и функциональных материалов с новыми свойствами; Уметь: - организовывать внедрение разработанных технических

		решений производства наноструктурированных композиционных материалов владеть: - базовыми навыками анализа потребности заинтересованных лиц и/или подразделений органи- зации в исследовании больших данных
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Компьютерная химия и моделирование химических систем» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.03.03.04 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Дизайн умных материалов".

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	Introduction to computational chemistry	Describing the system, The dynamical equation, Classical mechanics, Quantum mechanics, Fundamental forces
2	Force field methods	Force field parameterization, Transition structure modeling, The force field energy: 2.1.1. Stretch energy 2.1.2. Bending and out-of-plane bending energy 2.1.3. Torsional energy 2.1.4. van der Waals energy 2.1.5. Electrostatic energy, Atomistic force fields, Coarse grained force fields
3	Hartree-Fock theory	Koopmans' theorem, Slater determinant energy, The basis set approximation, Self-consistent field (SCF) techniques, Periodic systems, Adiabatic and Born-Oppenheimer approximations, HF theory
4	Electron correlation methods	Quantum Monte Carlo methods, Excited Slater determinants, Many-body perturbation theory, Interelectronic distance, Coupled cluster, Configuration interaction, Multiconfiguration SCF
5	Basis sets	Plane wave basis functions, Slater- and Gaussian-type orbitals, Grid and wavelet basis sets, Effective core potentials, Fitting basis sets, Standard basis sets, Construction of basis sets, Classification of basis sets
6	Density functional methods	Kohn-Sham theory, Exchange-correlation functionals, Orbital-Free Density Functional Theory, Reduced Density Matrix and Density Cumulant Methods, Ensemble DFT
7	Overview of other methods	Relativistic methods: 7.3.1. Dirac equation 7.3.2. Connections between Dirac and Schrodinger equations 7.3.3. Many-particle systems, Semi-empirical methods: 7.1.1. Assumptions to differential overlap 7.1.2. Parametrization 7.1.3. Huckel theory 7.1.4. Tight-binding DFT, Valence bond methods: 7.2.1. Classical valence bond theory 7.2.2. Spin-coupled valence bond theory 7.2.3. Generalized valence bond theory
8	Other properties derived from Schrodinger equation	Optimization techniques, Mathematical methods, Statistics and QSAR, Molecular properties, Simulation techniques, Wave function analysis, Statistical mechanics, Qualitative theories, Illustrating the concepts

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):

Introduction to computational chemistry

Force field methods

Hartree-Fock theory

Electron correlation methods

Basis sets

Density functional methods

Overview of other methods

Other properties derived from Schrodinger equation

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Introduction to computational chemistry Describing the system, The dynamical equation, Classical mechanics, Quantum mechanics, Fundamental forces

Force field methods Force field parameterization, Transition structure modeling, The force field energy: 2.1.1. Stretch energy 2.1.2. Bending and out-of-plane bending energy 2.1.3. Torsional energy 2.1.4. van der Waals energy 2.1.5. Electrostatic energy, Atomistic force fields, Coarse grained force fields

Hartree-Fock theory Koopmans' theorem, Slater determinant energy, The basis set approximation, Self-consistent field (SCF) techniques, Periodic systems, Adiabatic and Born-Oppenheimer approximations, HF theory

Electron correlation methods Quantum Monte Carlo methods, Excited Slater determinants, Many-body perturbation theory, Interelectronic distance, Coupled cluster, Configuration interaction, Multiconfiguration SCF

Basis sets Plane wave basis functions, Slater- and Gaussian-type orbitals, Grid and wavelet basis sets, Effective core potentials, Fitting basis sets, Standard basis sets, Construction of basis sets, Classification of basis sets

Density functional methods Kohn-Sham theory, Exchange-correlation functionals, Orbital-Free Density Functional Theory, Reduced Density Matrix and Density Cumulant Methods, Ensemble DFT

Overview of other methods Relativistic methods: 7.3.1. Dirac equation 7.3.2. Connections between Dirac and Schrodinger equations 7.3.3. Many-particle systems, Semi-empirical methods: 7.1.1. Assumptions to differential overlap 7.1.2. Parametrization 7.1.3. Huckel theory 7.1.4. Tight-binding DFT, Valence bonds methods: 7.2.1. Classical valence bond theory 7.2.2. Spin-coupled valence bond theory 7.2.3. Generalized valence bond theory

Other properties derived from Schrodinger equation Optimization techniques, Mathematical methods, Statistics and QSAR, Molecular properties, Simulation techniques, Wave function analysis, Statistical mechanics, Qualitative theories, Illustrating the concepts

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам Introduction to computational chemistry, Force field methods, Hartree-Fock theory, Electron correlation methods, Basis sets, Density functional methods, Overview of other methods, Other properties derived from Schrodinger equation

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: Introduction to computational chemistry, Force field methods, Hartree-Fock theory, Electron correlation methods, Basis sets, Density functional methods, Overview of other methods, Other properties derived from Schrodinger equation.

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
Introduction to computational chemistry	УК-3, УК-4, ПК-3	Исследовательская работа
Force field methods	УК-3, УК-4, ПК-3	Исследовательская работа
Hartree-Fock theory	УК-3, УК-4, ПК-3	Исследовательская работа
Electron correlation methods	УК-3, УК-4, ПК-3	Исследовательская работа
Basis sets	УК-3, УК-4, ПК-3	Исследовательская работа
Density functional methods	УК-3, УК-4, ПК-3	Исследовательская работа
Overview of other methods	УК-3, УК-4, ПК-3	Исследовательская работа
Other properties derived from Schrodinger equation	УК-3, УК-4, ПК-3	Исследовательская работа

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

Research work

The topics of research papers are distributed among students at the first classroom lesson in accordance with the area of their interests. The research work is carried out within the framework of the topic of the master's thesis and is counted as part of its implementation at the end of the course study. The protection of the research work is carried out in accordance with the criteria of the evaluation sheet.

Approximate research topics:

Topic 1. Deep learning model predicting reactive crystal facets based on periodic DFT calculations

Topic 2. Neural network to extrapolate molecular dynamics simulation results for large single crystals

Topic 3. Predicting catalytic activity of nanoparticles by a DFT-aided machine-learning algo-

rithm

Topic 4. Application of DFT-based machine learning for developing molecular electrode materials in Li-ion batteries

Topic 5. Capturing intensive and extensive DFT/TDDFT molecular properties with machine learning

Topic 6. Efficient prediction of structural and electronic properties of hybrid 2D materials using complementary DFT and machine learning approaches

Topic 7. Hydrogen Coupling on Platinum Using Artificial Neural Network Potentials and DFT

Topic 8. Exploring new approaches towards the formability of mixed-ion perovskites by DFT and machine learning

Topic 9. Machine learning methods to predict density functional theory B3LYP energies of HOMO and LUMO orbitals

Topic 10. Discovery of lead-free hybrid organic/inorganic perovskites using metaheuristic-driven DFT calculations

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Oral exam

The oral exam is conducted in the format of answers to the questions of the examination ticket. In each exam ticket, 2 questions are randomly selected: randomly on one question from the first and second parts of the list of questions for the exam. The answer to the question should be complete, detailed, correspond to the topic of the question, contain the terms and definitions of the course you have attended. In case of doubt about the marking for the exam, it is allowed to evaluate the answers to additional questions.

Sample list of questions for the exam:

1. List and explain fundamental forces.
2. Ab initio molecular orbital methods: theory, applications, pros and cons.
3. Bohr's model for the H atom still sees the electron "orbiting" on classical trajectories around the proton, it only restricts the possible radii. How many orbits per second will an electron complete in a H atom in quantum state $n = 3$ according to Bohr's model?
4. Can position r and angular momentum of an electron in a 3-dimensional system be measured simultaneously to infinite accuracy?
5. Prove that the average value of the number operator N^{\wedge} in the harmonic oscillator can never be negative for any wave function.
6. In the absence of external fields and spin-orbit interaction, is the energy of the H atom in the 3p state different from the 3d state?
7. What are the quantum defects for the states of the Deuterium atom?
8. List and explain force field energy types.
9. Overview density functional methods, its assumptions, motivation, as well as pros and cons.
10. Why is solving the Kohn–Sham equations of density-functional theory (DFT) a priori much simpler than solving the true Schrödinger equation? What is the most challenging task in DFT?
11. Many exchange-correlation (xc) density functionals are available in electronic structure softwares. Does it mean that we cannot, in principle, use the same xc functional for all molecules? Detail your answer.
12. In the literature, the acronym "DFT" is often used to refer to Kohn–Sham (KS) DFT. It would be more appropriate to distinguish KS-DFT from DFT. Why? If the exact universal Hohenberg–Kohn functional $F[n]$ were known, would KS-DFT be of any use?
13. Explain why DFT using LDA was not used for most chemical problems.
14. Is DFT with approximate functionals empirical?
15. Why are KS-DFT calculations typically much faster than traditional methods?

16. Why are DFT calculations so much better than traditional methods?
17. What correlation effects are included in DFT?
18. Why does orbital-free DFT scale linearly with system size?
19. What is the appropriate way of determining a value for the Hubbard-like potential U for LDA+ U / GGA+ U calculations?
20. Give a mathematical expression of SCAN (Strongly Constrained and Appropriately Normed) constraints in DFT

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. Schintler L.A., McNeely C.L. (eds.) Encyclopedia of Big Data. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2022. – 976 p. – URL: <https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-3-319-32010-6> (accessed 9 January 2023).
2. Jaeger D., Jung R. (eds.) Encyclopedia of Computational Neuroscience. – New York, NY: Springer, 2022. – 3663 p. – URL: <https://link.springer.com/reference-work/10.1007/978-1-0716-1006-0> (accessed 9 January 2023).
3. Rosso P. [et al.] (eds.) Natural Language Processing and Information Systems: Conference proceedings // Lecture Notes in Computer Science. – Switzerland, Cham: Springer, 2022. – vol. 13286. – 526 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-08473-7> (accessed 9 January 2023).
4. Wu L., Cui P., Pei J., Zhao L. (eds.) Graph Neural Networks: Foundations, Frontiers, and Applications. – Singapore: Springer, 2022. – 689 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-16-6054-2> (accessed 9 January 2023).
5. Pimenidis E. [et al.] (eds.) Artificial Neural Networks and Machine Learning – ICANN 2022: Conference proceedings // Lecture Notes in Computer Science. – Switzerland, Cham: Springer, 2022. – vol. 13530. – 813 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-15931-2> (accessed 9 January 2023).

Дополнительная литература

1. Tiwari Sh. [et al.] (eds.) Advances in Data and Information Sciences: Conference proceedings // Lecture Notes in Networks and Systems. – Singapore: Springer, 2022. – vol. 318. – 745 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-16-5689-7> (accessed 9 January 2023).
2. Thanh Dang N.H., Zhang Y.-D., Tavares J.M.R.S., Chen B.-H. (eds.) Artificial Intelligence in Data and Big Data Processing: Conference proceedings // Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies. – Switzerland, Cham: Springer, 2022. – vol. 124. – 735 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-97610-1> (accessed 9 January 2023).

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

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС 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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Машинное обучение»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

Виноградов Владимир Валентинович, д.х.н., Серов Никита Сергеевич, Кладько Даниил.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»
к.ф.-м.н., доцент
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич
Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Машинное обучение»
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: «Машинное обучение».

Цель дисциплины: дисциплина " Машинное обучение" предназначен для предоставления студентам всестороннего понимания методов машинного обучения и их применения в контексте разработки химических систем и материаловедения.

В курсе будут представлены основы машинного обучения, построение основных параметрических и непараметрических алгоритмов, а также разработка их архитектуры применительно к конкретным задачам химии и материаловедения. Модуль охватывает разработку архитектур моделей, подходящих для химических систем. Студенты узнают, как проектировать и оптимизировать нейронные сети, включая сети с прямой передачей, сверточные нейронные сети (CNN) и рекуррентные нейронные сети (RNN). Студенты научатся обучать эти модели и точно настраивать их для достижения оптимальной производительности.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных

с

Код и содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Редактирует, составляет и переводит различные академические тексты в том числе на иностранном(ых) языке(ах) УК-4.2 Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на публичных мероприятиях, включая международные, в том числе на иностранном(ых) языке(ах)	знать: - особенности осуществления профессиональной деятельности, используя цифровые технологии уметь: использовать правовые, этические правила при разработке стандартов, норм и правил в сфере искусственного интеллекта владеть: - базовыми навыками управления качеством больших данных
ПК-3 Способен организовать выполнение научно-исследовательских работ по закрепленной тематике	ПК-3.1 Разрабатывает и организывает выполнение мероприятий по тематическому плану ПК-3.2 Управляет разработкой технической документации проектных работ	Знать: - понимать принципиальные схемы разработки технического задания на производство наноструктурированных композиционных и функциональных материалов с новыми свойствами; Уметь: - организовывать внедрение разработанных технических решений производства наноструктурированных композиционных материалов владеть: - базовыми навыками анализа потребности заинтересованных лиц и/или подразделений организации в исследовании больших данных

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Машинное обучение» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.03.03.02 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Дизайн умных материалов".

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	Data analysis	Data compression techniques, Chemical data visualization and interpretation
2	Data preprocessing	Dealing with data sparsity and scarcity, Data augmentation, Chemical descriptors, Feature selection and development
3	Machine learning algorithm choice	Model precision, under-, and overfitting evaluation, Model interpretability and expandability, Math behind machine learning algorithms

4	Machine learning algorithm optimization	Chemical descriptors correction, Model hyperparameters tuning
---	-----------------------------------------	---------------------------------------------------------------

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):

Data analysis

Data preprocessing

Machine learning algorithm choice

Machine learning algorithm optimization

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Data analysis Data compression techniques, Chemical data visualization and interpretation

Data preprocessing Dealing with data sparsity and scarcity, Data augmentation, Chemical descriptors, Feature selection and development

Machine learning algorithm choice Model precision, under-, and overfitting evaluation, Model interpretability and expandability, Math behind machine learning algorithms

Machine learning algorithm optimization Chemical descriptors correction, Model hyperparameters tuning

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Data analysis, Data preprocessing, Machine learning algorithm choice, Machine learning algorithm optimization.

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: Data analysis, Data preprocessing, Machine learning algorithm choice, Machine learning algorithm optimization.

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
Data analysis	УК-4, ПК-3	Исследовательская работа
Data preprocessing	УК-4, ПК-3	Исследовательская работа
Machine learning algorithm choice	УК-4, ПК-3	Исследовательская работа
Machine learning algorithm optimization	УК-4, ПК-3	Исследовательская работа

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

Research work

The topics of research papers are distributed among students at the first classroom lesson in accordance with the area of their interests. The research work is carried out within the framework of the topic of the master's thesis and is counted as part of its implementation at the end of the course study. The protection of the research work is carried out in accordance with the criteria of the evaluation sheet.

Approximate research topics:

Topic 1. ML-enabled nanomaterial cytotoxicity prediction for biomedical applications.

Topic 2. Genetic algorithm-aided ML algorithm exploration for the generation of novel molecules with predefined properties.

Topic 3. Support vector regression for the prediction of organic compounds solubility for the development of soluble drugs.

Topic 4. Hybrid machine learning algorithm for effective multi-property prediction to develop novel drug delivery systems.

Topic 5. Open source platform to use machine learning algorithms for complex-shaped nanoparticles property prediction.

Topic 6. Novel element-based chemical descriptors explain organic compounds biological behavior including circulation half-life and long-term systemic toxicity.

Topic 7. Evolutionary algorithm-aided search for nanomaterials with selective cytotoxicity for cancer therapy.

Topic 8. Open source, extendable, re-learning platform using random forest regression for novel nanozymes development.

Topic 9. Novel electron microscope (EM) image-based quantitative morphology descriptors of nanomaterials.

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Oral exam

The oral exam is conducted in the format of answers to the questions of the examination ticket. In each exam ticket, 2 questions are randomly selected: randomly on one question from the first and second parts of the list of questions for the exam. The answer to the question should be complete, detailed, correspond to the topic of the question, contain the terms and definitions of the course you have attended. In case of doubt about the marking for the exam, it is allowed to evaluate the answers to additional questions.

Sample list of questions for the exam:

1. Data collection and preprocessing principles. The most recent technical solutions.
2. Feature selection and synthesis for materials science data.
3. Feature selection and synthesis for chemical data.
4. Data sparsity and scarcity. Methods of dealing with it.
5. Data visualization techniques and approaches.
6. Data statistical, correlational, and regression analysis.
7. Dealing with outliers and empty values. Existing approaches.
8. Available chemical databases and its abilities.
9. Data mining techniques. Data mining automatization.
10. Molecular descriptors. Pros and cons. Existing solutions for chemistry and materials science.
11. Data augmentation techniques. Limitations of these approaches.
12. Difference between machine learning, deep learning, and rule-based algorithms.
13. Basic machine learning algorithms. Pros and cons.
14. Limitations of machine learning algorithms in chemistry and materials science.
15. Machine learning precision evaluation metrics. Pros and cons for various chemical properties.
16. Hyperparameters tuning principles and approaches. Random forest algorithm example.
17. Machine learning algorithms under- and overfitting. Approaches to deal with it.
18. Math behind random forest regression.

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 высший 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 высший уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретиче-	хорошо		71-85

	нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	ских 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. Prabhu C.S.R. et al. (ed.). Big Data Analytics: Systems, Algorithms, Applications. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2021. – 412 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-15-0094-7>.
2. Peng Sh.-L. et al. (ed.) Intelligent Computing and Innovation on Data Science. – Singapore: Springer Nature, 2020. – 803 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-15-3284-9>.
3. Gopi E.S. et al. (ed.). Machine Learning, Deep Learning and Computational Intelligence for Wireless Communication: Proceedings of MDCWC 2020. – Singapore: Springer, 2021. – 643 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-16-0289-4>.
4. Aggarwal Ch.C. Linear Algebra and Optimization for Machine Learning: A Textbook. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2020. – 495 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-40344-7>.
5. Saxena A., Chandra Sh. (ed.) Artificial Intelligence and Machine Learning in Healthcare. – Singapore: Springer Nature, 2021. – 495 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-16-0811-7>.

Дополнительная литература

- 1) Farkaš I. et al. (ed.) Artificial Neural Networks and Machine Learning – ICANN 2021. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2021. – 617 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-86362-3>.
- 2) Holzinger A. et al. (ed.) Machine Learning and Knowledge Extraction. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2020. – 552 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-57321-8>.

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

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС 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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

к. б. н., ст. н. с. отдела электронной микроскопии НИИ Физико-химической биологии имени А. Н. Белозерского МГУ Голышев С. А.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

к.ф.-м.н., доцент
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич
Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Микроскопия: методы визуализации в микро- и наномасштабе»
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: «Микроскопия: методы визуализации в микро- и наномасштабе».

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

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных

с

Код и содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<p>УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p>	<p>УК-1.1 Анализирует проблемные ситуации, используя системный подход УК-1.2. Использует способы разработки стратегии действий по достижению цели на основе анализа проблемной ситуации</p>	<p>знать: - особенности работы цифровых устройств регистрации изображений, применяемых в тандеме с микроскопами, и физические принципы, лежащие в основе их функционирования; - ключевые характеристики цифровых изображений и базовые правила их получения и обработки с целью максимально полной реализации возможностей исследовательского инструмента, оснащенного цифровой системой регистрации изображений. уметь: • классифицировать квантовые приборы; владеть: - базовыми навыками работы на различных микроскопах, а также обработкой полученных с них данных</p>
<p>ПК-1 Способен выполнять измерения параметров наноматериалов и наноструктур, а также планировать проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур и анализировать полученные данные</p>	<p>ПК-1.1 Планирует проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.2 Собирает, анализирует и обобщает данные измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.3 Организует и контролирует процессы измерений параметров и модификации свойств нано-</p>	<p>Знать: -основные законы оптики, определяющие функционирование микроскопов и принципы формирования изображения, понимать онной деятельности природу дифракционного ограничения разрешающей способности микроскопов; - базовые принципы квантовой теории и процессы, происходящие при взаимодействии электронного луча с веществом; Уметь: - готовить препараты культивиру-</p>

	<p>материалов и наноструктур</p> <p>ПК-1.4 Выполняет операции настройки оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и нормативной документацией с использованием стандартных (эталонные, контрольные) образцов в соответствии с технологической инструкцией</p>	<p>емых in vitro прикрепляющихся клеток для исследования в проходящем свет и с использованием флуоресцентных маркеров;</p> <p>- готовить препараты суспензионных клеток для исследования с применением просвечивающего электронного микроскопа;</p> <p>владеть:</p> <p>- базовыми навыками работы на различных микроскопах, а также обработкой полученных с них данных</p>
<p>ПК-3</p> <p>Способен организовать выполнение научно-исследовательских работ по закрепленной тематике</p>	<p>ПК-3.1 Разрабатывает и организывает выполнение мероприятий по тематическому плану</p> <p>ПК-3.2 Управляет разработкой технической документации проектных работ</p>	<p>Знать:</p> <p>- понимать принципиальные схемы устройства основных типов оптических микроскопов – широкопольного для работы в проходящем свете, широкопольного для работы в отраженном свете/в режиме флуоресценции, лазерного сканирующего конфокального микроскопа, просвечивающего и сканирующего электронных микроскопов;</p> <p>Уметь:</p> <p>- ориентироваться в органах управления и получать изображения с использованием флуоресцентного, лазерного сканирующего конфокального, электронного просвечивающего и сканирующего микроскопов.</p> <p>владеть:</p> <p>- базовыми навыками работы на различных микроскопах, а также обработкой полученных с них данных</p>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Микроскопия: методы визуализации в микро- и нано-масштабе» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.03.01.01 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Дизайн умных материалов".

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>Введение, историческая справка и основы оптики</i>	<i>Краткая историческая справка, роль микроскопии, как метода исследования, в развитии естественных наук. Природа света, волны и фотоны. Энергия светового излучения. Основы геометрической и волновой оптики. Оптические системы и построение изображений. Законы преломления и отражения. Показатель преломления. Линзы. Построение изображения с помощью линзы. Увеличение оптической системы.</i>
2	<i>Глаз, как оптическая система и разрешающая способность оптических систем.</i>	<i>Постулаты Эйнштейна. Понятие индуцированных переходов. Коэффициенты Эйнштейна и связь между ними. Формула Планка. Действия света. Детектирование изображения, современные детекторы. Строение человеческого глаза. Глаз как оптическая система. Преломляющие среды глаза, оптический центр глаза. Сетчатка – детектор. Разрешающая способность глаза. Астигматизм. Теорема Найквиста-Шеннона-Котельникова-Уиттакера. Приборы, «вооружающие глаз».</i>
3	<i>Принципиальная схема микроскопа</i>	<i>Основные компоненты – объектив, характеристики и свойства, коррекция «на бесконечность», типы объективов, специальные</i>

		<p>объективы, осветитель, роль конденсора, типы конденсоров, роль диафрагм, системы сопряженных оптических плоскостей, критическое освещение и освещение по Келлеру, окуляр, функционирование окуляра. Ход лучей в микроскопе. Аберрации оптических систем и их преодоление.</p> <p>Дифракционная теория формирования изображения в микроскопе. Пятно рассеяния, диск Эйри, критерий Релея. Формула Аббе для работы в проходящем свете, им-мерсионная оптика, тестирование разрешающей способности. Разрешающая способность по глубине, глубина резкости. Полезное увеличение при визуальных наблюдениях.</p>
4	<p>Генерация контраста в световой микроскопии и подготовка образцов для работы в проходящем свете.</p>	<p>Амплитудный контраст. Гисто- и цитохимия. Приготовление препаратов для работы в проходящем свете. Наблюдение прозрачных объектов, фазовый и дифференциально-интерференционный контраст. Микроскопия в темном поле (ультрамикроскоп).</p>
5	<p>Флуоресцентные методы микроскопического исследования в биологии.</p>	<p>Феномен флуоресценции. Флуоресцентные трейсеры для биологических исследований – низкомолекулярные флуорохромы, конъюгаты, флуоресцентные белки. Внесение флуоресцентных трейсеров в биологические объекты – иммуноцитохимия и генетические конструкторы. Подготовка материала для исследования с помощью флуоресцентных методов. Фотообесцвечивание и разрушение флуорохромов – предотвращение и применение.</p> <p>Микроскоп для наблюдения флуоресценции. Основные детали: осветитель, система фильтров, монохроматоры. Принцип работы. Формула Аббе для самосветящихся объектов. Функция рассеяния для точечного источника.</p> <p>Регистрация слабых сигналов, цифровые камеры, природа цифрового изображения, динамический диапазон, соотношение сигнал/шум.</p> <p>Контраст флуоресцентного изображения, внефокусное свечение. Удаление паразитных вкладов. Деконволюция.</p>
6	<p>Лазерный сканирующий конфокальный микроскоп.</p>	<p>Принципиальная схема. Освещение с помощью точечного источника. Почему лазер? Диафрагма детектора, детектор. Принцип сканирования. Возможности конфокального микроскопа – трехмерная реконструкция, динамические эксперименты с использованием флуоресцентных белков. Фотообесцвечивание флуорохромов – применение. Ограничения и особенности конфокального микроскопа. Конфокальные микроскопы с целе-</p>

		<p>вой и дисковой разверткой. 4Pi-микроскоп, конструкция, принцип действия, применение и ограничения.</p> <p>Нелинейный эффект поглощения двух фотонов. Мультифотонный конфокальный микроскоп, принцип действия. Достоинства и применения.</p>
7	Преодоление дифракционного предела в оптической микроскопии	<p>Системы структурированного освещения, эффект муара и извлечение дополнительной информации. Локализационная микроскопия (PALM/STORM). Микроскопия с обесцвечиванием за счет вынужденного излучения (STED). Микроскопия полного внутреннего отражения (TIRF).</p>
8	Электронная микроскопия	<p>Физические основы. Волновые свойства электронов, эквивалентная длина волны, формула де Бройля, энергия электронов и релятивистские поправки.</p> <p>Электронная оптика, электростатические и магнитные линзы. Принципиальная схема просвечивающего электронного микроскопа. Генерация электронного пучка, типы источников электронов. Предельное разрешение электронного микроскопа. Регистрации изображения.</p> <p>Взаимодействие электронов с веществом, упругое и неупругое рассеяние электронов, вторичные электроны, эффект Оже, катод-люминисценция, рентгеновское излучение. Генерация контраста в просвечивающем электронном микроскопе. Рассеяние и длина свободного пробега электронов, толщина образца. Контраст массы-плотности, фазовый контраст.</p> <p>Спектроскопия потерь энергии электронов, Z-контраст и элементный анализ с помощью электронного микроскопа. Повреждение образца.</p> <p>Требования к объекту исследования.</p>
9	Сканирующий электронный микроскоп.	<p>Принцип работы сканирующего электронного микроскопа, детектируемые излучения, разрешающая способность, применения. Сканирующий электронный микроскоп со сфокусированным ионным пучком (FIB-SEM), возможности и применения.</p>
10	Подготовка биологического образца для электронно-микроскопического исследования.	<p>Типы объектов. Фиксация, контрастирование, обезвоживание замещением, сушка в критической точке. Стабилизация образцов: заливка в полимерные материалы, напыление углеродом и металлами. Приготовление ультратонких срезов. Дополнительное контрастирование.</p> <p>Крио-методы. Физические принципы, быстрая заморозка, предотвращение кристаллизации воды, замораживание-скалывание, замораживание-травление, криозамещение, приготовление ультратонких срезов витри-</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):

Введение, историческая справка и основы оптики

Глаз, как оптическая система и разрешающая способность оптических систем.

Принципиальная схема микроскопа

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

Флуоресцентные методы микроскопического исследования в биологии.

Лазерный сканирующий конфокальный микроскоп.

Преодоление дифракционного предела в оптической микроскопии

Электронная микроскопия

Сканирующий электронный микроскоп.

Подготовка биологического образца для электронно-микроскопического исследования.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1. Введение, историческая справка и основы оптики.

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

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

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

Тема 3. Принципиальная схема микроскопа.

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

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

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

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

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

Тема 5. Флуоресцентные методы микроскопического исследования в биологии.

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

Микроскоп для наблюдения флуоресценции. Основные детали: осветитель, система фильтров, монохроматоры. Принцип работы. Формула Аббе для самосветящихся объектов. Функция рассеяния для точечного источника.

Регистрация слабых сигналов, цифровые камеры, природа цифрового изображения, динамический диапазон, соотношение сигнал/шум.

Контраст флуоресцентного изображения, внефокусное свечение. Удаление паразитных вкладов. Деконволюция.

Тема 6. Лазерный сканирующий конфокальный микроскоп.

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

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

Тема 7. Преодоление дифракционного предела в оптической микроскопии.

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

Тема 8. Электронная микроскопия.

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

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

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

Генерация контраста в просвечивающем электронном микроскопе. Рассеяние и длина свободного пробега электронов, толщина образца. Контраст массы-плотности, фазовый контраст.

Спектроскопия потерь энергии электронов, Z-контраст и элементный анализ с помощью электронного микроскопа. Повреждение образца.

Требования к объекту исследования.

Тема 9. Сканирующий электронный микроскоп.

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

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

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

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

Требования к самостоятельной работе студентов

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

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

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, практи-

кумы, 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>Введение, историческая справка и основы оптики</i>	УК-1, ПК-1, ПК-3	Опрос
<i>Глаз, как оптическая система и разрешающая способность оптических систем.</i>	УК-1, ПК-1, ПК-3	Опрос
<i>Принципиальная схема микроскопа</i>	УК-1, ПК-1, ПК-3	Опрос
<i>Генерация контраста в световой микроскопии и подготовка образцов для работы в проходящем свете.</i>	УК-1, ПК-1, ПК-3	Опрос
<i>Флуоресцентные методы микроскопического исследования в биологии.</i>	УК-1, ПК-1, ПК-3	Опрос
<i>Лазерный сканирующий конфокальный микроскоп.</i>	УК-1, ПК-1, ПК-3	Опрос
<i>Преодоление дифракционного предела в оптической микроскопии</i>	УК-1, ПК-1, ПК-3	Опрос
<i>Электронная микроскопия</i>	УК-1, ПК-1, ПК-3	Опрос
<i>Сканирующий электронный микроскоп.</i>	УК-1, ПК-1, ПК-3	Опрос
<i>Подготовка биологического образца для электронно-микроскопического исследования.</i>	УК-1, 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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

Type	Question	Answers
9. Single Selection (1 mark)	The observer using the loupe perceives...	A) an inverted magnified real image. B) an inverted magnified imaginary image. C) an upright real image. D) none of the above.
36. Single Selection (1 mark)	What is the correct statement considering conventional CLSM?	A) There is always quite enough light in the confocal microscope. B) The adequately adjusted confocal microscope is always in focus. C) The thickness of the sample is only limited by the WD of the lens. D) The photobleaching is not an issue in CLSM.

52. Single Selection (1 mark)	Electron microscopy relies on...	A) a possibility of achieving higher NA values for magnetic lenses if compared with the glass lenses in the light microscopes. B) on more pronounced particle-like properties of the electrons compared to that of the light. C) on the ability to modulate the optical power of the magnetic lenses. D) on higher achievable energy for the electrons in comparison to the photons.
62. Multiple Selection (1 mark)	Sputter coating of samples for SEM studies...	A) makes samples conductive. B) increases the achievable level of resolution. C) preserves the fine structural features of the sample from collapsing. D) prevents rehydration of the samples. E) makes the samples more durable and resilient to the beam damage. F) makes samples more durable. G) increases the emission of the backscattered electrons. H) increases the emission of the secondary electrons.

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

- 1) Роль микроскопических методов в развитии знаний о природе.
- 2) Формулировка закона Снелля.
- 3) Хроматическая аберрация в оптических системах, причина возникновения.
- 4) Сферическая аберрация в оптических системах, причина возникновения.
- 5) Типы объективов световых микроскопов по степени коррекции аберраций.
- 6) Физические основания для применения иммерсионных объективов.
- 7) Условия возникновения явления полного внутреннего отражения.
- 8) Критерии для определения оптимального увеличения при визуальных наблюдениях.
- 9) Основные характеристики цифрового изображения.
- 10) Реализация максимальной разрешающей способности при использовании цифрового детектора.
- 11) Способы доставки флуоресцентных маркеров в биологические объекты.
- 12) Основные компоненты блока для возбуждения флуоресценции и ее наблюдения, функции элементов.
- 13) Диск Эйри, пятно рассеяния и функция рассеяния для точечного источника – что есть что?
- 14) Явление флуоресценции и применение этого феномена в микроскопических исследованиях.
- 15) Формула Аббе для случая наблюдения самосветящихся источников.
- 16) Факторы, определяющие контраст изображения, получаемого с помощью флуоресцентного микроскопа в идеальном случае и в реальности.
- 17) Роль фиксации и требования к процедуре при иммуноцитохимическом исследовании клеток.
- 18) Роль пермеабилзации в иммуноцитохимическом исследовании.
- 19) Роль точечной диафрагмы в функционировании конфокального микроскопа.
- 20) FRAP-эксперимент: физические основы и область применения.
- 21) TIRF-микроскопия – особенность метода и физический принцип.
- 22) Локализационный подход к реализации суперразрешения – основные принципы.
- 23) Почему мультифотонному конфокальному микроскопу не нужна диафрагма детектора?
- 24) Фотоэлектронный умножитель – принцип работы.
- 25) Области применения и ограничения электронной микроскопии.
- 26) Место электронной микроскопии среди методов визуализации биологических объектов и явлений.

- 27) Базовые принципы работы электронного микроскопа.
- 28) *Эффекты, возникающие при взаимодействии* электронов с веществом
- 29) Устройство электронного микроскопа, принцип генерации контраста при рутинном биологическом исследовании.
- 30) Особенности биологического образца (на примере клеток и фрагментов тканей), как объекта электронно-микроскопического исследования.
- 31) Роль фиксации и требование к процедуре при исследовании цитологических образцов методом электронной микроскопии.
- 32) Основные этапы подготовки вирусологического образца к электронно-микроскопическому исследованию.
- 33) Основные этапы подготовки цитологического или гистологического образца к электронно-микроскопическому исследованию.
- 34) Сканирующий электронный микроскоп – принципиальная схема.
- 35) Напыление металлом при исследовании с помощью просвечивающего электронного микроскопа.
- 36) Напыление металлом при исследовании с помощью сканирующего электронного микроскопа.
- 37) FIB-SEM – принцип работы.
- 38) Как приготовить клеточно-биологический образец для ЭМ-исследования?
- 39) Методы быстрого замораживания, области их применения и ограничения.
- 40) Роль и принципы работы криопротекторов.
- 41) Криоэлектронная микроскопия витрифицированных образцов – принцип, подтипы, достоинства и ограничения
- 42) 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания**
- 43)

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 низший 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	<i>Включает низший уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и	хорошо		71-85

	образцу с большой степени само- стоятельности и инициативы	иллюстрировать ими теоретические положе- ния или обосновывать практику применения			
Удовлетво- рительный (достаточ- ный)	Репродуктив- ная деятель- ность	Изложение в пределах задач курса теоретиче- ски и практически контролируемого мате- риала	удовлетво- рительно		55-70
Недостаточ- ный	Отсутствие признаков удовлетвори- тельного уровня		неудовле- творитель- но	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература:

- 1) 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.
- 2) Alan J. Lacey (editor) LIGHT MICROSCOPY IN BIOLOGY A PRACTICAL APPROACH, 1989, Oxford University Press, London. - 464 p.
- 3) James B. Pawley Handbook Of Biological Confocal Microscopy, 985 p. 2006, Springer, Boston, MA. ISBN print 978-0-387-25921-5, online 978-0-387-45524-2
- 4) Suzanne Bell, Keith Morris An Introduction to Microscopy, 1st Edition, 2009, CRC Press - 180 p. ISBN 9781420084504

Дополнительная литература

- 1) Douglas Taatjes, Douglas, Jurgen Roth (editors) Methods in Molecular Biology: Cell Imaging Techniques, Methods and Protocols, 2013, Humana Press. ISBN 978-1-62703-056-4
- 2) John Kuo (editor) Methods in Molecular Biology: Electron Microscopy, Methods and Protocols, 2014, Humana Press. ISBN 978-1-62703-775-4
- 3) Gustaaf Van Tendeloo, Dirk Van Dyck Prof. Stephen J. Pennycook (editors) Handbook of Nanoscopy, 2012, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA ISBN print 9783527317066, online 9783527641864.

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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Мультиферроики и умные материалы»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

к.ф.-м.н., доцент ИФМНиИТ Самусев И.Г

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического совета
образовательно-научного кластера

«Институт высоких технологий»

к.ф.-м.н., доцент

Ведущий менеджер/руководитель ОПОП

ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич

Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Мультиферроики и умные материалы».
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: «Мультиферроики и умные материалы».

Цель дисциплины: ознакомление обучающихся с распространенными методами спектрального анализа и контроля веществ, в том числе наноструктур, функциональных материалов.

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

Код и содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Редактирует, составляет и переводит различные академические тексты в том числе на иностранном(ых) языке(ах) УК-4.2 Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на публичных мероприятиях, включая международные, в том числе на иностранном(ых) языке(ах)	Знать: физическую концепцию мультиферроиков. материалов с памятью формы и магнитореологических эластомеров; способы настройки физических свойств мультиферроиков для получения желаемых величин основных функционально используемых эффектов; способы применения мультиферроиков в практических приложениях. Уметь: объяснить физические принципы взаимосвязи электрической и магнитной поляризации в мультиферроиках; находить новые материалы, способные продемонстрировать поведение присущее мультиферроикам; применять возможности мультиферроиков в существующих технологических концептах. Владеть: знаниями об основных функциональных свойствах мультиферроиков, материалов с памятью формы и магнитореологических эластомеров, а также о физических причинах их возникновения.
ПК-2 Способен выполнять синтез полимерных и композиционных материалов и организовывать аналитический контроль синтеза полимерных и композиционных материалов	ПК-2.1 Проводит лабораторные и фундаментальные исследования полимерных и композиционных материалов ПК-2.2 Подбирает технологические параметры процесса синтеза полимерных и композиционных материалов	Знать: экспериментальные и теоретические методы изучения микро- и наноструктурированных магнитных материалов. Уметь: выбирать методы изучения необходимых свойств мультиферроидных материалов.

	ПК-2.3 Разрабатывает опытные образцы полимерных и композиционных материалов ПК-2.4 Организует проведение лабораторных исследований синтезированных полимерных и композиционных материалов	Владеть: навыками решения задач, связанных с изучением свойств мультиферроиков.
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Мультиферроики и умные материалы» представляет собой дисциплину базового модуля вариативной части дисциплин Б1.В.ДВ.03.02.01. по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Дизайн умных материалов".

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

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

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

Тема 1. Основные уравнения и величины в электродинамике.

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

Тема 3. Магнитоиндуктивный и магнитоимпедансный эффекты.

Тема 4. Функциональные магнитоэлектрические композиты с магнитострикционными микропроводами.

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

Тема 6. Типы магнитореологических материалов и их приложения.

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

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

Тема 9. Свойства мультиферроиков в реологических материалах.

Тема 10. Общие свойства мультиферроиков.

Тема 11. Композитные и умные материалы на основе мультиферроиков.

Тема 12. Линейные и нелинейные магнитоэлектрические эффекты.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1. Основные уравнения и величины в электродинамике.

Уравнения Максвелла. Закон Фарадея. Закон Ампера. Явление магнитосопротивления. АС и DC сенсорика. Протекание АС тока через проводник (ферромагнитный провод).

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

Магнитострикция. Доменная структура микропроводов с положительной магнитострикцией. Беспроводная магнитная сенсорика (включая детектирование напряжений) на основе быстрого распространения доменных границ. Микромагнитная структура в микропроводах с отрицательной магнитострикцией. Магнитоиндуктивный эффект.

Тема 3. Магнитоиндуктивный и магнитоимпедансный эффекты.

Асимметричный магнитоиндуктивный эффект (статический и динамический). Композитные материалы с металлическими проводниками.

Тема 4. Функциональные магнитоэлектрические композиты с магнитострикционными микропроводами.

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

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

Поиск свойств мультиферроиков в материалах с сильными магнитными свойствами. Способы синтеза материалов и их основные свойства. Кривые зависимости электрической поляризации от намагниченности. Сравнение с другими мультиферроиками.

Тема 6. Типы магнитореологических материалов и их приложения.

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

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

Магнитная структура микро- и наночастиц (однодоменный режим, суперпарамагнитный режим). Взаимодействие частиц в эластомере. Магнитоэлектрическая энергия. Магнитокристаллическая энергия. Функция Ланжевена. Анизотропные магнитные эластомеры.

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

Физическая модель реологических материалов. Способы изготовления магнитореологических эластомеров. Механические свойства магнитореологических эластомеров. Пьезо- и магнитосопротивление. Магнито-диэлектрический эффект. Магнитные и элект-

трические свойства эластомеров под приложением давления.

Тема 9. Свойства мультиферроиков в реологических материалах.

Магнитострикция и пьезоэффект. Влияние внешних напряжений на состояние частиц в упругой матрице. Мультиферроики, основанные на магнитореологических эластомерах с ферроэлектрическими частицами.

Тема 10. Общие свойства мультиферроиков.

Пьезоэффект. Магнитострикция. Ферроэлектрические свойства.

Тема 11. Композитные и умные материалы на основе мультиферроиков.

Композитные материалы. Умные материалы.

Тема 12. Линейные и нелинейные магнитоэлектрические эффекты.

Линейный магнитоэлектрический эффект. Нелинейный магнитоэлектрический эффект. Способы практического применения материалов с линейным и нелинейным МЭ.

Требования к самостоятельной работе студентов

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

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

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 обу-

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Основные уравнения и величины в электродинамике.	УК-4, ПК-2	<i>Тест</i>
Тема 2. Настраиваемая магнитная структура и гармонический спектр в аморфных микропроводах, применяемых в беспроводной сенсорике.	УК-4, ПК-2	<i>Тест</i>
Тема 3. Магнитоиндуктивный и магнитоимпедансный эффекты.	УК-4, ПК-2	<i>Перевод и представление результатов научной статьи по теме дисциплины</i>
Тема 4. Функциональные магнитоэлектрические композиты с магнито-стрикционными микропроводами.	УК-4, ПК-2	<i>Перевод и представление результатов научной статьи по теме дисциплины</i>
Тема 5. Свойства мультиферроиков в гексагональных керамических ферритах М-типа на основе $BaFe_{12}O_{19}$ and $SrFe_{12}O_{19}$.	УК-4, ПК-2	
Тема 6. Типы магнитореологических материалов и их приложения.	УК-4, ПК-2	<i>Тест</i>
Тема 7. Магнитные и суперпарамагнитные частицы. Магнитные свойства эластомеров с малой концентрацией частиц. Функция Ланжевена.	УК-4, ПК-2	<i>Тест</i>
Тема 8. Эластомеры, их механические свойства, пьезо- и магнитосопротивление. Магнито-диэлектрический эффект.	УК-4, ПК-2	<i>Перевод и представление результатов научной статьи по теме дисциплины</i>
Тема 9. Свойства мультиферроиков в реологи-	УК-4, ПК-2	<i>Перевод и представление результатов научной статьи по теме дисциплины</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
ческих материалах.		
Тема 10. Общие свойства мультиферроиков.	УК-4, ПК-2	<i>Тест</i>
Тема 11. Композитные и умные материалы на основе мультиферроиков.	УК-4, ПК-2	<i>Тест</i>
Тема 12. Линейные и нелинейные магнитоэлектрические эффекты.	УК-4, ПК-2	<i>Перевод и представление результатов научной статьи по теме дисциплины</i>

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

Single Selection	Как изменяется электрическое сопротивление классического ферромагнитного материала при приложении к нему внешнего магнитного поля?	<table border="1"> <tr><td>Увеличивается</td></tr> <tr><td>Уменьшается</td></tr> <tr><td>Остаётся постоянным</td></tr> </table>	Увеличивается	Уменьшается	Остаётся постоянным		
Увеличивается							
Уменьшается							
Остаётся постоянным							
Single Selection	Микропровод с каким показателем магнитострикции будет демонстрировать прямоугольную петлю гистерезиса?	<table border="1"> <tr><td>Нулевым</td></tr> <tr><td>Положительным</td></tr> <tr><td>Отрицательным</td></tr> </table>	Нулевым	Положительным	Отрицательным		
Нулевым							
Положительным							
Отрицательным							
Multiple Selection	Какой из данных методов используется для настройки магнитных свойств микропроводов?	<table border="1"> <tr><td>Окисление поверхности</td></tr> <tr><td>Отжиг электрическим током</td></tr> <tr><td>Отжиг температурой</td></tr> <tr><td>Химическое травление</td></tr> <tr><td>Приложение механических напряжений</td></tr> </table>	Окисление поверхности	Отжиг электрическим током	Отжиг температурой	Химическое травление	Приложение механических напряжений
Окисление поверхности							
Отжиг электрическим током							
Отжиг температурой							
Химическое травление							
Приложение механических напряжений							

Single Selection	Какой из указанных пунктов не является биологическим применением магнитных жидкостей?	<table border="1"> <tr><td data-bbox="1010 181 1505 226">Гипотермия</td></tr> <tr><td data-bbox="1010 226 1505 271">Доставка лекарств</td></tr> <tr><td data-bbox="1010 271 1505 349">Механическое разрушение заражённых клеток</td></tr> <tr><td data-bbox="1010 349 1505 394">Контрастный агент</td></tr> </table>	Гипотермия	Доставка лекарств	Механическое разрушение заражённых клеток	Контрастный агент	
Гипотермия							
Доставка лекарств							
Механическое разрушение заражённых клеток							
Контрастный агент							
Single Selection	Как происходит процесс перемагничивания однодоменной частицы в идеальном случае?	<table border="1"> <tr><td data-bbox="1010 495 1505 645">Магнитный момент непрерывно поворачивается в сторону направления внешнего магнитного поля</td></tr> <tr><td data-bbox="1010 645 1505 723">Магнитный момент скачком меняет своё направление на 180°</td></tr> <tr><td data-bbox="1010 723 1505 882">Объём частицы разбивается на домены, а после завершения процесса частица снова становится однодоменной</td></tr> </table>	Магнитный момент непрерывно поворачивается в сторону направления внешнего магнитного поля	Магнитный момент скачком меняет своё направление на 180°	Объём частицы разбивается на домены, а после завершения процесса частица снова становится однодоменной		
Магнитный момент непрерывно поворачивается в сторону направления внешнего магнитного поля							
Магнитный момент скачком меняет своё направление на 180°							
Объём частицы разбивается на домены, а после завершения процесса частица снова становится однодоменной							
Single Selection	При помощи какого из предложенных вариантов можно получить анизотропный магнитоэологический эластомер?	<table border="1"> <tr><td data-bbox="1010 920 1505 999">Приложение давления при полимеризации</td></tr> <tr><td data-bbox="1010 999 1505 1077">Приложение внешнего магнитного поля при полимеризации</td></tr> <tr><td data-bbox="1010 1077 1505 1155">Приложение температурного градиента при полимеризации</td></tr> </table>	Приложение давления при полимеризации	Приложение внешнего магнитного поля при полимеризации	Приложение температурного градиента при полимеризации		
Приложение давления при полимеризации							
Приложение внешнего магнитного поля при полимеризации							
Приложение температурного градиента при полимеризации							
Multiple Selection	Что из предложенного является применением материалов с магнитоэлектрическим эффектом?	<table border="1"> <tr><td data-bbox="1010 1234 1505 1279">Шумоподавление</td></tr> <tr><td data-bbox="1010 1279 1505 1323">Сенсоры электрического поля</td></tr> <tr><td data-bbox="1010 1323 1505 1368">Биомедицина</td></tr> <tr><td data-bbox="1010 1368 1505 1413">Исполнительные элементы</td></tr> <tr><td data-bbox="1010 1413 1505 1458">Магнитная память</td></tr> </table>	Шумоподавление	Сенсоры электрического поля	Биомедицина	Исполнительные элементы	Магнитная память
Шумоподавление							
Сенсоры электрического поля							
Биомедицина							
Исполнительные элементы							
Магнитная память							

8.1 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

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

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

2. Функциональные магнитоэлектрические композиты с магнито-стрикционными микропроводами.

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

3. Типы магнитореологических материалов и их приложения.

1. Какие типы наполнителей используются в упругих средах для придания им магнитореологических свойств?
2. В чём заключается физический механизм возникновения магнитореологических свойств?
3. Классифицируйте реологические материалы по их упруго-вязким свойствам.
4. Каковы основные биологические применения магнитных жидкостей?
5. Каковы основные применения магнитных пен и гелей?
6. Какие физические параметры магнитореологических эластомеров меняются под приложением внешнего магнитного поля? Как и за счёт чего они меняются?

4. Свойства мультиферроиков в реологических материалах.

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

5. Композитные и умные материалы на основе мультиферроиков.

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

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

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

		нологий			
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) Multiferroic Materials: Properties, Techniques, and Applications (Series in Materials Science and Engineering) 2016 by Junling Wang (Editor)
- 2) Yu. N. Venetsev, V. V. Gagulin, V. N. Lyubimov. Ferromagnetics, M.: Science, (1982)
- 3) N.A. Spaldin, The Renaissance of Magnetoelectric Multiferroics, Science, 309, 5733, 391—392 (2005)
- 4) D.I. Khomskii. Multiferroics: Different ways to combine magnetism and ferroelectricity, Journal Magn. Mater. 306, 1-8 (2006)
- 5) T. Kimura et al. Magnetic control of ferroelectric polarization, Nature 426, 55-58 (2003)
- 6) A.R. Akbashev, A.R. Kaul., Russian Chemical Reviews 80, 1159 (2011)
- 7) A. P. Pyatakov, A. K. Zvezdin. Magnetoelectric materials and multiferroics // UFN. - 2012. - Т. 182. - p. 593-620.
- 8) Kallio M. The elastic and damping properties of magnetorheological elastomers. – VTT Publications. –2005. – 149 pp.

Дополнительная литература:

1. E. Y. Kramarenko, A. V. Chertovich, G. V. Stepanov, A. S. Semisalova, L. A. Makarova, N. S. Perov, and A. R. Khokhlov, “Magnetic and viscoelastic response of elastomers with hard magnetic filler,” Smart Materials and Structures, vol. 24, pp. 035002–035002, 2015.

2. L. A. Makarova, Y. A. Alekhina, and N. S. Perov, "Peculiarities of magnetic properties of magnetoactive elastomers with hard magnetic filler in crossed magnetic fields," *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, pp. 10–16, 2017.
3. L. A. Makarova, Y. A. Alekhina, T. S. Rusakova, and N. S. Perov, "Tunable properties of magnetoactive elastomers for biomedical applications," *Physics procedia*, vol. 82, pp. 38–45, 2016.
4. New multiferroic composite materials consisting of ferromagnetic, ferroelectric and polymer components / Makarova L.A., Rodionova V.V., Alekhina Yu.A., Rusakova T.S., Omelyanchik A.S., Perov N.S. // *IEEE Transactions on Magnetics*. - 2017. - Vol. 53. № 11. - P. 2502407.
5. Elastically coupled ferromagnetic and ferroelectric microparticles: new multiferroic materials based on polymer, NdFeB and PZT particles / Makarova L.A., Alekhina Yu.A., Omelyanchik A.S., Rodionova V.V., Malyshkina O.V. and Perov N.S. // *JMMM*. - 2017. doi:10.1016/j.jmmm.2017.11.121.
6. J.L. Mietta, et.al., "Anisotropic magnetoresistance and piezoresistivity in structured Fe₃O₄-silver particles in PDMS elastomers at room temperature", *Langmuir*, American Chemical Society, 2012, pp.6985-6996.
7. G.E. Iacobescu, M. Balasoiu, I. Bica, "Investigation of surface properties of magnetorheological elastomers by atomic force microscopy", *J. Supercond. Nov. Magn.*, 2013, No.26, pp.785-792.
8. S.A. Mazlan, "Recent progress on magnetorheological solids: materials, fabrication, testing and applications", *Advanced Engineering Materials*, 2014, Review, 35 p.
9. S. Wang, C. Yang, X. Bian, "Magnetoviscous properties of Fe₃O₄ silicon oil based ferrofluid", *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 2012, No.324, pp.3361-3365.
10. D. Bhadra et.al., "Synthesis of PVDF-BiFeO₃ nanocomposite and observation of enhanced electrical conductivity and low-loss dielectric permittivity at percolation threshold", *Journal of Polymer Science* 2012, 8 p.
11. Rabinow J. The magnetic fluid clutch // *Proceedings of the AIEE Trans.* – 1948. – V. 67. – P. 1308-1315.
12. Carlson J.D., Jolly M.R. Magnetorheological fluid, foam and elastomer devices // *Mechatronics*. – 2000. – Vol. 10. – P. 555-569.
13. Magnetic fluid hyperthermia (MFH): cancer treatment with AC magnetic fluid induced excitation of biocompatible superparamagnetic nanoparticles / Jordan A. et.al. // *JMMM*. – 1999. – Vol. 201. – P. 413-419.
14. Marie H., Plassat V., Lesier S. Magnetic-fluid-loaded liposomes for MR imaging and therapy of cancer // *J. of Drug Delivery Sci. and Tech.* – 2013. – Vol. 23, №1. – P.25-37.
15. Magnetic Field-Responsive Smart Polymer Composites / Filipcsei G. et.al. // *Adv. Polym. Sci.* – 2007. – Vol. 206. – P. 137–189.
16. Gong X.L., Chen L., Li J.F. Study of Utilizable Magnetorheological Elastomers // *Int.J.Mod. Phys. B*. – 2007.-Vol.21, № 28-29.-P. 4875–4882.
17. The magnetoviscoelastic response of elastomer composites consisting of ferrous particles embedded in a polymer matrix / Jolly M.R. et.al. // *J.Intell. Mater. Syst. Struct.* – 1996. – Vol. 7. – P. 613–622.

18. Behavior of bulky ferrofluids in the diluted low-coupling regime: Theory and simulation / Cerda J.J. et.al. // Phys. Rev. E – Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics. – 2010. –Vol. 81, № 1. – P. 011501-1-11.
19. Motion of ferroparticles inside the polymeric matrix in magnetoactive elastomers / Stepanov G.V. et.al. // J. Phys. Condens. Matter.-2008.-Vol. 20, № 20.-P. 204121.
20. Chen L., Gong X.L., Li W.H. Microstructures and viscoelastic properties of anisotropic magnetorheological elastomers // Smart Mater. Struct.-2007.-Vol. 16, № 6. – P. 2645–2650.
21. Experimental study of the magnetic field enhanced Payne effect in magnetorheological elastomers / Sorokin V.V. et.al. // Soft Matter.-2014.-Vol. 10. –P. 8765-8776.
22. New composite elastomer with giant magnetic response / Chertovich A.V. et.al. // Macromol. Mat. Eng. – 2010. – Vol. 295, Is. 4. – P. 336-341.
23. Novel Highly Elastic Magnetic Materials for Dampers and Seals: Part II . Material Behavior in a Magnetic Field / Abramchuk S. et.al. // Polym. Adv. Technol. – 2007. – Vol. 18. – P. 513–518.
24. Soft iron/silicon composite tubes for magnetic peristaltic pumping: Frequency-dependent pressure and volume flow / Fuhrer R. et.al. // Adv. Funct. Mater. – 2013. –Vol. 23, Is. 31. – P. 3845–3849.
25. Surface and interfacial effect of filler particle on electrical properties of polyvinylidene fluoride/nickel composites / Panda M. et.al. // Appl. Phys. Lett. – 2008. –Vol. 92. – P. 132905.
26. Magnetic field and particle concentration competitive effects on ferrofluid based silicone elastomer microstructure / Balasoiu M. et.al. // Crystallogr. Reports. SP MAIK Nauka/Interperiodica. – 2011. – Vol. 56, № 7. – P. 1177–1180.
27. Strong magnetodielectric effects in magnetorheological elastomers / Semisalova A.S. et.al. // Soft Matter. – 2013. – Vol. 9, № 47. – P. 11318.

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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Нано-, физика поверхностей и их фазовых границ»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

Проф. Лапински М. – Гданьский Политехнический Университет, Гданьск, Польша.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»
к.ф.-м.н., доцент
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич
Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Нано-, физика поверхностей и их фазовых границ»
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: «Нано-, физика поверхностей и их фазовых границ».

Цель дисциплины: изучение теоретических методологий и экспериментальных технологий изготовления магнитных наноструктур и контроля чувствительности магнитных устройств в наномасштабах.

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 осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемные ситуации, используя системный подход УК-1.2. Использует способы разработки стратегии действий по достижению цели на основе анализа проблемной ситуации	Знать: инновационные принципы восходящей сборки магнитных наноструктур; инновационные принципы подходов «сверху вниз» для проектирования трех-, двух- и одномерных наномангнетиков; экспериментальные методы изготовления наномангнетиков и настройки их магнитных свойств; Уметь: выбирать наилучшую аналитическую технологию для определения структуры, состава и магнитных свойств объекта; Владеть: знанием о свойствах наномангнитных материалов; знанием о подходах «снизу-вверх» для контроля размеров, формы, состава и морфологии наномангнитов. Это включает в себя: а) методы химического синтеза для получения выбранных по размеру и моносферных наночастиц с различными формами, размерами и составом (металл, сплав, оксид, полупроводник) и б) электрохимическое осаждение; пониманием особых физических свойств, возникающих в наноструктурах, из-за большого отношения поверхности к объему.
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Демонстрирует знание этапов жизненного цикла проекта, методов и механизмов управления проектом на каж-	Знать все этапы производства поверхностных наноструктур Уметь определять управлять проектом по разработке поверхностных наноструктур Владеть методами и механизмами

	дом из этапов УК-2.2. Использует методы и механизмы управления проектом для решения профес- сиональных задач	управления проектом по разработке поверхностных наноструктур
ПК-3 Способен организовать выполнение научно- исследовательских ра- бот по закреплённой тематике	ПК-3.1 Разрабатывает и организывает вы- полнение мероприя- тий по тематическому плану ПК-3.2 Управляет раз- работкой технической документации проект- ных работ	Знать: понять физическое и химиче- ское происхождение изменений, происходящих в наноматериалах, по сравнению с соответствующим объемным магнитом; несколько при- менений наноструктур в технологии; специальные вопросы, связанные с использованием наночастиц при сбо- ре энергии и биомедицинских приме- нениях Уметь: проектировать эксперименты по созданию различных наноразмер- ных магнитных материалов. Владеть: знанием о подходах «снизу-вверх» для контроля разме- ров, формы, состава и морфологии наноматериалов.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Функциональные наноматериалы для различных приложений» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.03.02.02 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Функциональные наноматериалы и современные технологии".

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 термодинамики наноматериалов и физики протекающих в них процессов</i>	<i>Введение. Законы термодинамики. Энтропия. Свободная энергия. Нуклеация. Диффузия.</i>
2	<i>Классификация наноматериалов</i>	<i>Квантовые точки. Нанотрубки. Тонкие плёнки. Наноккомпозиты. Дендримеры.</i>
3	<i>Классификация методик синтеза наноматериалов</i>	<i>Подход «bottom-up». Подход «top-down». PVD. CVD. Классификация PVD методов</i>
4	<i>Физические методы синтеза наноматериалов</i>	<i>Физика плазмы. Магнетронное напыление</i>
5	<i>Химические методы синтеза наноматериалов</i>	<i>Классификация CVD методов. Осаждение атомарных слоёв (ALD). Золь. Гель.</i>
6	<i>Методы эпитаксиального роста тонкоплёночных структур</i>	<i>Эпитаксия. Классификация методов эпитаксиального роста.</i>
7	<i>Экспериментальные методы изучения наноматериалов (химический состав и морфология поверхностей).</i>	<i>Классификация методов исследования химического состава материала. Энергодисперсионная рентгеновская микроскопия. Классификация методов сканирующей микроскопии.</i>
8	<i>Экспериментальные методы изучения наноматериалов (дифракционные методы структурного анализа)</i>	<i>Рентгеноструктурный метод анализа. Оценка размера кристаллических зёрен. Дифракция нейтронов. Синхротрон.</i>
9	<i>Оптические методы изучения наноматериалов, плазмоника.</i>	<i>Оптическая спектроскопия тонких плёнок. Плазмонный резонанс. Плазмонные платформы. Эвтектический материал</i>
10	<i>Люминесценция наноматериалов.</i>	<i>Люминесценция. Флуоресценция. Фосфоресценция. Закон Мура. «Дорожная карта» развития наноматериалов. Заключение.</i>

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих

преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

Основы термодинамики наноматериалов и физики протекающих в них процессов

Классификация наноматериалов

Классификация методик синтеза наноматериалов

Физические методы синтеза наноматериалов

Химические методы синтеза наноматериалов

Методы эпитаксиального роста тонкоплёночных структур

Экспериментальные методы изучения наноматериалов (химический состав и морфология поверхностей).

Экспериментальные методы изучения наноматериалов (дифракционные методы структурного анализа)

Оптические методы изучения наноматериалов, плазмоники.

Люминесценция наноматериалов.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1. Основы термодинамики наноматериалов и физики протекающих в них процессов.

Введение. Законы термодинамики. Энтропия. Свободная энергия. Нуклеация. Диффузия.

Тема 2. Классификация наноматериалов.

Квантовые точки. Нанотрубки. Тонкие плёнки. Наноккомпозиты. Дендримеры.

Тема 3. Классификация методик синтеза наноматериалов.

Подход «bottom-up». Подход «top-down». PVD. CVD. Классификация PVD методов.

Тема 4. Физические методы синтеза наноматериалов.

Физика плазмы. Магнетронное напыление.

Тема 5. Химические методы синтеза наноматериалов.

Классификация CVD методов. Осаждение атомарных слоёв (ALD). Золь. Гель.

Тема 6. Методы эпитаксиального роста тонкоплёночных структур.

Эпитаксия. Классификация методов эпитаксиального роста.

Тема 7. Экспериментальные методы изучения наноматериалов (химический состав и морфология поверхностей).

Классификация методов исследования химического состава материала. Энергодисперсионная рентгеновская микроскопия. Классификация методов сканирующей микроскопии.

Тема 8. Экспериментальные методы изучения наноматериалов (дифракционные методы структурного анализа).

Рентгеноструктурный метод анализа. Оценка размера кристаллических зёрен. Дифракция нейтронов. Синхротрон.

Тема 9. Оптические методы изучения наноматериалов, плазмоники.

Оптическая спектроскопия тонких плёнок. Плазмонный резонанс. Плазмонные платформы. Эвтектический материал.

Тема 10. Люминесценция наноматериалов.

Люминесценция. Флуоресценция. Фосфоресценция. Закон Мура. «Дорожная карта» развития наноматериалов. Заключение.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Основы термодинамики наноматериалов и физики протекающих в них процессов Классификация наноматериалов Классификация методик синтеза наноматериалов Физические методы синтеза наноматериалов Химические методы синтеза наноматериалов Методы эпитаксиального роста тон-

коплёночных структур Экспериментальные методы изучения наноматериалов (химический состав и морфо-логия поверхностей). Экспериментальные методы изучения наноматериалов (дифракционные методы структурного анализа) Оптические методы изучения наноматериалов, плазмоника. Люминесценция наноматериалов.

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам Основы термодинамики наноматериалов и физики протекающих в них процессов Классификация наноматериалов Классификация методик синтеза наноматериалов Физические методы синтеза наноматериалов Химические методы синтеза наноматериалов Методы эпитаксиального роста тонкоплёночных структур Экспериментальные методы изучения наноматериалов (химический состав и морфо-логия поверхностей). Экспериментальные методы изучения наноматериалов (дифракционные методы структурного анализа) Оптические методы изучения наноматериалов, плазмоника. Люминесценция наноматериалов.

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

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

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

ческих положений.

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>1 Основы термодинамики наноматериалов и физики протекающих в них процессов</i>	<i>УК-1, ПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>2 Классификация наноматериалов</i>	<i>УК-1, ПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>3 Классификация методик синтеза наноматериалов</i>	<i>УК-1, ПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>4 Физические методы синтеза наноматериалов</i>	<i>УК-1, ПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>5 Химические методы синтеза наноматериалов</i>	<i>УК-1, ПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>6 Методы эпитаксиального роста тонкоплёночных структур</i>	<i>УК-1, ПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>7 Экспериментальные методы изучения наноматериалов (химический состав и морфология поверхностей).</i>	<i>УК-1, ПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>8 Экспериментальные методы изучения наноматериалов (ди-</i>	<i>УК-1, ПК-3</i>	<i>тест</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>фракционные методы структурного анализа)</i>		
<i>9 Оптические методы изучения наноматериалов, плазмоника.</i>	<i>УК-1, ПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>10 Люминесценция наноматериалов.</i>	<i>УК-1, ПК-3</i>	<i>тест</i>

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

SingleSelection	К какому классу наноматериалов относятся нанопровода?	<table border="1"> <tr><td>0D</td></tr> <tr><td>1D</td></tr> <tr><td>2D</td></tr> <tr><td>3D</td></tr> </table>	0D	1D	2D	3D
0D						
1D						
2D						
3D						
SingleSelection	К какому виду методик получения наноматериалов относится магнетронное напыление?	<table border="1"> <tr><td>CVD</td></tr> <tr><td>PVD</td></tr> <tr><td>ALD</td></tr> <tr><td>Sol-gel</td></tr> </table>	CVD	PVD	ALD	Sol-gel
CVD						
PVD						
ALD						
Sol-gel						
SingleSelection	При помощи чего происходит выбивание материала мишени в процессе магнетронного напыления?	<table border="1"> <tr><td>Температурное воздействие</td></tr> <tr><td>Воздействие электронного луча</td></tr> <tr><td>Химическое воздействие</td></tr> <tr><td>Воздействие плазмы</td></tr> </table>	Температурное воздействие	Воздействие электронного луча	Химическое воздействие	Воздействие плазмы
Температурное воздействие						
Воздействие электронного луча						
Химическое воздействие						
Воздействие плазмы						
MultipleSelection	Какие из следующих методик позволяют оценить химический состав материала?	<table border="1"> <tr><td>XRD</td></tr> <tr><td>EDX</td></tr> <tr><td>TEM</td></tr> <tr><td>XPS</td></tr> </table>	XRD	EDX	TEM	XPS
XRD						
EDX						
TEM						
XPS						

MultipleSelection	Какие из следующих параметров могут быть получены при анализе данных XRD анализа?	<table border="1"> <tr><td>Структура материала</td></tr> <tr><td>Химический состав материала</td></tr> <tr><td>Размер кристаллических зёрен</td></tr> <tr><td>Величина внутренних напряжений</td></tr> </table>	Структура материала	Химический состав материала	Размер кристаллических зёрен	Величина внутренних напряжений
Структура материала						
Химический состав материала						
Размер кристаллических зёрен						
Величина внутренних напряжений						
SingleSelection	Как называется это процесс поглощения конденсированным веществом жидкости или газа из окружающей среды?	<table border="1"> <tr><td>конденсация</td></tr> <tr><td>испарение</td></tr> <tr><td>сорбция</td></tr> <tr><td>обмен</td></tr> </table>	конденсация	испарение	сорбция	обмен
конденсация						
испарение						
сорбция						
обмен						
SingleSelection	За счет какого взаимодействия происходит физическая адсорбция?	<table border="1"> <tr><td>межмолекулярного</td></tr> <tr><td>межэлектронного</td></tr> <tr><td>межспинового</td></tr> <tr><td>межорбитального</td></tr> </table>	межмолекулярного	межэлектронного	межспинового	межорбитального
межмолекулярного						
межэлектронного						
межспинового						
межорбитального						
SingleSelection	Что такое графен?	<table border="1"> <tr><td>монослой водорода</td></tr> <tr><td>монослой углерода</td></tr> <tr><td>фуллереновая связка</td></tr> <tr><td>монослой кислорода</td></tr> </table>	монослой водорода	монослой углерода	фуллереновая связка	монослой кислорода
монослой водорода						
монослой углерода						
фуллереновая связка						
монослой кислорода						
SingleSelection	Какой этап роста пленки золота соответствует 0-30 ангстремам?	<table border="1"> <tr><td>появление сплошной пленки</td></tr> <tr><td>появление зародышей</td></tr> <tr><td>образование сетчатой структуры</td></tr> <tr><td>образование пленки с каналами</td></tr> </table>	появление сплошной пленки	появление зародышей	образование сетчатой структуры	образование пленки с каналами
появление сплошной пленки						
появление зародышей						
образование сетчатой структуры						
образование пленки с каналами						
SingleSelection	Как называется процесс наращивания монокристаллических слоев вещества на подложку, при котором кристаллографическая ориентация слоев повторяет кристаллографическую ориентацию подложки?	<table border="1"> <tr><td>эпитаксия</td></tr> <tr><td>абсорбция</td></tr> <tr><td>напыление</td></tr> <tr><td>конденсация</td></tr> </table>	эпитаксия	абсорбция	напыление	конденсация
эпитаксия						
абсорбция						
напыление						
конденсация						

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Основы термодинамики наноматериалов и физики протекающих в них процессов.

1. Перечислите и опишите законы термодинамики.
2. Что такое энтропия и энтальпия?
3. Что называется термодинамическим равновесием?
4. Что такое нуклеация?
5. Почему частица имеет меньшую свободную энергию чем предшествующий раствор?
6. Что называется критическим радиусом частицы?
7. В чём разница между первым и вторым законами Фика?
8. Что называется барьером диффузии?
9. Какие параметры стимулируют диффузию?

2. Классификация наноматериалов.

1. Перечислите ноль-мерные, одномерные, двумерные и трёхмерные наноматериалы.
2. Что такое квантовая точка?
3. Из каких материалов возможно получить нанотрубки?

3. Классификация методик синтеза наноматериалов.

1. Опишите метод термического распыления.
2. В чём заключается различие между «bottom-up» и «top-down» подходами к созданию наноматериалов?
3. Приведите пример «top-down» подхода.

4. Физические методы синтеза наноматериалов.

1. Проведите сравнение распыления и осаждения.
2. Зачем может применяться внешнее магнитное поле при напылении тонкой плёнки?
3. Что такое плазма?

5. Химические методы синтеза наноматериалов.

1. Перечислите преимущества и недостатки CVD методов.
2. Что такое пиролиз?
3. В чём заключается основное отличие CVD и PVD методов?
4. В чём заключается основное отличие CVD и ALD методов?
5. Что называется само-ограничивающимся процессом?
6. Как протекает реакция гидролиза?
7. Опишите золь-гель метод.
8. Как можно осадить золь на подложку для получения тонкой плёнки?

6. Методы эпитаксиального роста тонкоплёночных структур.

1. Что такое эпитаксия?
2. Опишите MBE метод получения тонких плёнок.
3. В чём заключается метод MOCVD? Опишите его.

7. Экспериментальные методы изучения наноматериалов (химический состав и морфология поверхностей).

1. Как можно измерить химический состав вещества?
2. Какой вид микроскопов позволяет получить наибольшее увеличение?
3. Опишите XPS метод.

8. Экспериментальные методы изучения наноматериалов (дифракционные методы структурного анализа).

1. Как можно исследовать структуру материала при помощи метода рентгеновской дифракции?
2. Что такое длина свободного пробега?
3. Как можно оценить размер кристаллических зёрен материала на базе результатов рентгеноструктурного анализа?

9. Оптические методы изучения наноматериалов, плазмоники.

1. Что называется TOS материалом?
2. Какие параметры материала могут быть измерены при помощи оптической спектроскопии?
3. Что такое плазмонный резонанс?
4. Как можно изменить позицию плазмонного резонанса?
5. Что такое эвтектический материал?

10. Люминесценция наноматериалов.

1. Что такое флуоресценция и фосфоресценция?
2. Опишите механизм люминесценции.
3. Как можно изменить цвет испускаемого материалом света?
4. Как можно возбудить материал для испускания света?

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 учеб-	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно	хорошо		71-85

	ной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	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. *Gunter Schmid: Nanoparticles: From Theory to Application, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2004*
2. *Y. Champion, H.-J. Fecht: Nano-Architected and Nanostructured Materials Fabrication, Control and Properties WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2004*
3. *Klaus D. Sattler: Handbook of Nanophysics, CRC Press, 2010*
4. *Bharat Bhushan: Springer Handbook of Nanotechnology Springer- Verlag, 2010*

Дополнительная литература:

1. *Łapiński, M., Koziol, R., Cymann, A. et al. Plasmonics (2019). <https://doi.org/10.1007/s11468-019-01021-9>*
2. *Łapiński M, Synak A, Gapska A, Bojarski P, Sadowski W, Kościelska B (2018) New plasmonic platform for enhanced luminescence of valrubicin. Opt Mater 83:225–228. <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2018.05.002>*

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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Нanomатериалы и биологические системы. Бионанотехнологии»

Шифр: 03.04.02
Направление подготовки: «Физика»
Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

Др. Лунова М., Институт клинической и экспериментальной медицины (ИКЕМ), Прага, Чешская Республика, Др. (PhD) Левада Екатерина Викторовна, старший научный сотрудник, ОНК ИВТ, доцент, БФУ им. И.Канта

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

к.ф.-м.н., доцент
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич
Моторжина Анна Владимировна

Содержание

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

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

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

Код и содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<p>УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p>	<p>УК-1.1 Анализирует проблемные ситуации, используя системный подход УК-1.2. Использует способы разработки стратегии действий по достижению цели на основе анализа проблемной ситуации</p>	<p>Знать: особенности строения клеточных мембран и транспорта и их физические особенности; клеточное строение и особенности строения и функций клеточных оргanel и их влияние на физические процессы в клетке; строение и функции генетического аппарата клеток; фундаментальные процессы клеточного метаболизма и физический аспект их протекания; особенности физических реакций транспорта веществ через клеточную мембрану; процессы контроля экспрессии генов; физические механизмы взаимосвязи между клетками; механизмы и пути клеточной гибели; основные методы нанотехнологии; методы применения нанотехнологий в медицине и других отраслях.</p> <p>Уметь: различать клетки прокариот, эукариот, животные и растительные клетки; выявлять взаимосвязь строения и физических функций биомолекул, биомембран, субчастиц органоидов, органоидов прокариотической и эукариотической клеток; характеризовать основные процессы клеточного метаболизма и связывать их с физическими механизмами; характеризовать клеточный транспорт и его особенности в зависимости от условий и типов клеток; объяснять практическое применение бионанотехнологий в медицине и других отраслях.</p> <p>Навыками: овладеть основными методами работы с клеточными культурами, планиро-</p>
<p>ПК-1 Способен выполнять измерения параметров наноматериалов и наноструктур, а также планировать проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур и анализировать полученные данные</p>	<p>ПК-1.1 Планирует проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.2 Собирает, анализирует и обобщает данные измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.3 Организует и контролирует процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.4 Выполняет операции настройки оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур в соответствии с техни-</p>	

	ческой и нормативной документацией с использованием стандартных (эталонные, контрольные) образцов в соответствии с технологической инструкцией	вания и проведения независимого эксперимента, основанного на применении магнитных наноматериалов.
ПК-3 Способен организовать выполнение научно-исследовательских работ по закрепленной тематике	ПК-3.1 Разрабатывает и организывает выполнение мероприятий по тематическому плану ПК-3.2 Управляет разработкой технической документации проектных работ	

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Наноматериалы и биологические системы. Бионанотехнологии» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.03.01.03 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Дизайн умных материалов".

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 Введение в клеточную биологию.	Биология – наука о жизни. Основные признаки живого. Уровни биологической организации. Разнообразие жизни. Научное исследование
2	Тема 2. Внутренняя организация клетки прокариот.	Основные структуры прокариотических клеток. Размножение прокариот. Бактериальные заболевания у людей. Полезные прокариоты.
3	Тема 3. Внутренняя организация клетки эукариот.	Характеристика эукариотических клеток. Плазменная мембрана. Цитоплазма.
4	Тема 4. Вирусы.	Вирусная морфология. Бактериофаги. Вирусные инфекции
5	Тема 5. Клеточный цикл.	Эукариотические хромосомы. Структура хромосом. Клеточный цикл.
6	Тема 6. Деление клетки.	Бесполое размножение. Половое размножение. Мейоз.
7	Тема 7. Введение в нанотехнологии.	Краткое введение в нанотехнологии. Введение в биофизику-самоорганизация-нанотехнологии.
8	Тема 8. Наномагнетизм в медицине: введение в квантовые точки.	Накопление и распределение квантовых точек в клетках. Накопление квантовых точек и распределение <i>in vivo</i>
9	Тема 9. Наномагнетизм в медицине	Терапевтические наночастицы для адресной доставки лекарств. Квантовые точки в фотодинамической терапии и оптической биопсии рака.
10	Тема 10. Наночастицы в медицине	Наночастицы - навстречу будущему биомедицины. Магнитные наночастицы.
11	Тема 11. Фотодинамика и терапия рака.	Фотодинамическая терапия рака: к нанотехнологиям. Свет и наночастицы: к визуализации и терапии рака.
12	Тема 12. Молекулярное распознавание и сборка биологических структур.	Ионные каналы: нанопоры высокой специфичности. Структура нуклеиновых кислот. Рибосомы их структуры и функции. Функция протеосом. Ионные каналы: биологическая роль, классификация по типу и клеточная локализация
13	Тема 13. Формирование ДНК и сборка пептидных наноматериалов	Самосборка с помощью межмолекулярных взаимодействий. Разработка органоидов. Биологическое применение самосборки: доставка лекарств, магнитная доставка лекарств.

14	<i>Тема 14. Применение биологических сборок в нанотехнологиях</i>	<i>Биологические системы, синтетическое молекулярное распознавание. Сложность молекулярного распознавания.</i>
15	<i>Тема 15 Медицинское применение бионанотехнологии.</i>	<i>Химические связи и энергия связи. Направленность химических связей. Водородные связи и гидрофобные взаимодействия. Самоорганизующиеся наноматериалы на основе пептидов: наноматериалы с короткими и полипептидными свойствами</i>
16	<i>Тема 16 Другие области применения бионанотехнологии, нано-сельского хозяйства, водных технологий, нанокосметики.</i>	<i>Адресная доставка. Доставка лекарственных препаратов. Биовизуализация. Разработка вакцин.</i>
17	<i>Тема 17. Перспективы развития нанобиотехнологии и бионанотехнологии.</i>	<i>. Как используется биотехнология в медицинской области. Что такое биотехнология и медицина?</i>
18	<i>Тема 18 Другие применения бионанотехнологии (наноагрокультура, водные технологии, нанокосметика и т. д.). Будущие перспективы нанобиотехнологии и бионанотехнологии</i>	<i>Сельскохозяйственные нанотехнологии: каковы нынешние возможности? Очистка воды с помощью наночастиц. Нанокосметика: возможности и перспективы. Развитие наноразмерных лабораторий, основанных на платформе диагностики и адресной доставки лекарственных препаратов. Система адресной доставки. Редактирование генома при помощи нанотехнологий.</i>

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

- Тема 1 Введение в клеточную биологию.
- Тема 2. Внутренняя организация клетки прокариот.
- Тема 3. Внутренняя организация клетки эукариот.
- Тема 4. Вирусы.
- Тема 5. Клеточный цикл.
- Тема 6. Деление клетки.
- Тема 7. Введение в нанотехнологии.
- Тема 8. Наномагнетизм в медицине: введение в квантовые точки.
- Тема 9. Наномагнетизм в медицине
- Тема 10. Наночастицы в медицине
- Тема 11. Фотодинамика и терапия рака.
- Тема 12. Молекулярное распознавание и сборка биологических структур.
- Тема 13. Формирование ДНК и сборка пептидных наноматериалов
- Тема 14. Применение биологических сборок в нанотехнологиях
- Тема 15 Медицинское применение бионанотехнологии.
- Тема 16 Другие области применения бионанотехнологии, нано-сельского хозяйства, водных технологий, нанокосметики.
- Тема 17. Перспективы развития нанобиотехнологии и бионанотехнологии.

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

Рекомендуемая тематика практических занятий:

- Тема 1. Введение в клеточную биологию. Биология – наука о жизни. Основные признаки живого. Уровни биологической организации. Разнообразие жизни. Научное исследование
- Тема 2. Внутренняя организация клетки прокариот. Основные структуры прокариотических клеток. Размножение прокариот. Бактериальные заболевания у людей. Полезные прокариоты.
- Тема 3. Внутренняя организация клетки эукариот. Характеристика эукариотических клеток. Плазменная мембрана. Цитоплазма.
- Тема 4. Вирусы. Вирусная морфология. Бактериофаги. Вирусные инфекции.
- Тема 5. Клеточный цикл. Эукариотические хромосомы. Структура хромосом. Клеточный цикл.
- Тема 6. Деление клетки. Бесполое размножение. Половое размножение. Мейоз.
- Тема 7. Введение в нанотехнологии. Краткое введение в нанотехнологии. Введение в биофизику-самоорганизация-нанотехнологии.
- Тема 8. Наномагнетизм в медицине: введение в квантовые точки. Накопление и распределение квантовых точек в клетках. Накопление квантовых точек и распределение *in vivo*
- Тема 9. Введение в нанобиотехнологию и бионанотехнологию: классическая биотехнология. Терапевтические наночастицы для адресной доставки лекарств. Квантовые точки в фотодинамической терапии и оптической биопсии рака.
- Тема 10. Наночастицы в медицине. Наночастицы - навстречу будущему биомедицины. Магнитные наночастицы.
- Тема 11. Фотодинамика и терапия рака. Фотодинамическая терапия рака: к нанотехнологиям. Свет и наночастицы: к визуализации и терапии рака.
- Тема 12. Нуклеиновые кислоты, рибосома и протеасомы. Ионные каналы: нанопоры высокой специфичности. Структура нуклеиновых кислот. Рибосомы их структуры и функции. Функция протеосом. Ионные каналы: биологическая роль, классификация по типу и клеточная локализация
- Тема 13. Возникновение биологической активности путем самоорганизации. Самосборка с помощью межмолекулярных взаимодействий. Разработка органоидов. Биологическое применение самосборки: доставка лекарств, магнитная доставка лекарств.
- Тема 14. Молекулярное распознавание и сборка биологических структур. Биологические системы, синтетическое молекулярное распознавание. Сложность молекулярного распознавания.
- Тема 15. Формирование ДНК-основы и сборка наноматериалов на основе пептидов. Химические связи и энергия связи. Направленность химических связей. Водородные связи и гидрофобные взаимодействия. Самоорганизующиеся наноматериалы на основе пептидов: наноматериалы с короткими и полипептидными свойствами.
- Тема 16. Применение биологических сборок в нанотехнологиях. Адресная доставка. Доставка лекарственных препаратов. Бивизуализация. Разработка вакцин.
- Тема 17. Медицинское применение бионанотехнологий. Как используется биотехнология в медицинской области. Что такое биотехнология и медицина?
- Тема 18. Другие применения бионанотехнологии (наноагрокультура, водные технологии, нанокосметика и т. д.). Будущие перспективы нанобиотехнологии и бионанотехнологии. Сельскохозяйственные нанотехнологии: каковы нынешние возможности? Очистка воды с помощью наночастиц. Нанокосметика: возможности и перспективы. Развитие наноразмерных лабораторий, основанных на платформе диагностики и адресной доставки лекарственных препаратов. Система адресной доставки. Редактирование генома при помощи нанотехнологий.

Требования к самостоятельной работе студентов

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

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

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 дан-

ной 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>Тема 1 Введение в клеточную биологию.</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 2. Внутренняя организация клетки прокариот.</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 3. Внутренняя организация клетки эукариот.</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контроли- руемой	Оценочные средства по этапам форми- рования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 4. Вирусы.</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 5. Клеточный цикл.</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 6. Деление клетки.</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 7. Введение в нанотехно- логии.</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 8. Наномagnetизм в медицине: введение в кванто- вые точки.</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 9. Наномagnetизм в медицине</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 10. Наночастицы в меди- цине</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 11. Фотодинамика и терапия рака.</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 12. Молекулярное распо- знавание и сборка биологиче- ских структур.</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 13. Формирование ДНК и сборка пептидных наномате- риалов</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 14. Применение биологи- ческих сборок в нанотехно- логиях</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 15 Медицинское примене- ние бионанотехнологии.</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 16 Другие области при- менения бионанотехнологии, нано-сельского хозяйства, вод- ных технологий, нанокос- метики.</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 17. Перспективы разви- тия нанобиотехнологии и био- нанотехнологии.</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 18 Другие применения бионанотехнологии (наноаг- рокультура, водные техно- логии, нанокосметика и т. д.). Будущие перспективы нанобиотехнологии и бионано- технологии</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

Проверочные тесты по теме: Клеточный цикл. Деление клетки.				
Вариант теста	Вопрос	Варианты ответов	Прав. ответ	Сложность
SingleSelection	Информацию о структуре молекулы белка, содержит:	<ul style="list-style-type: none"> белок; кодон; триплет; нуклеиновая кислота; ген. 	5	1
SingleSelection	Хроматин – это:	<ul style="list-style-type: none"> ДНК + белок; РНК + белок; ДНК + углевод; ДНК + липид; рРНК + белок. 	1	1
SingleSelection	В процессе деления клетки из хроматина формируются:	<ul style="list-style-type: none"> ДНК; РНК; белки; гены; хромосомы. 	5	1
SingleSelection	Соматическая клетка организма в норме имеет:	<ul style="list-style-type: none"> гаплоидный набор; диплоидный набор; одинарный набор; аутосомы; гетеросомы. 	2	1
SingleSelection	Половая клетка в норме имеет:	<ul style="list-style-type: none"> кариотип; диплоидный набор хромосом; двойной набор; гаплоидный набор хромосом; генотип. 	4	1
SingleSelection	У хромосомы центромера сильно смещена к краю, верхнее плечо намного меньше нижнего. Такая хромосома называется:	<ul style="list-style-type: none"> метацентрическая; acrocentric; submetacentric; metaphase; anaphase. 	2	1

SingleSelection	Плечи хромосомы равны. Такая хромосома называется:	метацентрическая; ацентрическая; субметацентрическая; метафазная; анафазная.	1	1
SingleSelection	У хромосомы центромера смещена к краю, плечи не равны. Такая хромосома называется:	метацентрическая; ацентрическая; субметацентрическая; метафазная; анафазная.	3	1
SingleSelection	Метафазная хромосома имеет: плечи и:	хроматиды; ДНК; центромеру; белок; мономер.	3	1
SingleSelection	Аутосомы – это хромосомы:	половые; неполовые; организма; гамет; нет правильного ответа.	2	1
SingleSelection	Гетеросомы – это хромосомы:	соматических клеток; организма; клеток тела; неполовые; половые.	5	1
SingleSelection	Клетка проходит период G1. Содержание ДНК составляет:	$2n2c$; $2n4c$; $4n4c$; $1n2c$; $1n1c$.	1	1
SingleSelection	Прямое деление клетки называется:	амитоз; митоз; мейоз; равномерное; редукционное.	1	1
SingleSelection	Непрямое деление клетки называется:	мейозом; уменьшительным; амитозом; митозом; редукционным.	4	1

SingleSelection	Клетка растёт, специализируется и выполняет функции в период:	амитоза; митоза; мейоза; интерфазы; непрямого деления	4	1
SingleSelection	Соматическая клетка человека содержит аутосомы. Их количество:	46 хромосом; 23 пары хромосом; 22 пары хромосом; 46 пар хромосом; 1 пара хромосом.	3	1
SingleSelection	В половых железах животных развиваются половые клетки. Это:	диплоидные клетки; гаметы; сперматозоиды; соматические клетки; яйцеклетки.	2	1

8.1 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

- 1) Эукариотические и прокариотические клетки.
- 2) Универсальные принципы живых клеток.
- 3) Эукариотическая клеточная организация и функция
- 4) Структура и динамика мембран.
- 5) Мембранные насосы.
- 6) Мембранные носители.
- 7) Мембранные каналы.
- 8) Физиология мембран.
- 9) Ядерная и хромосомная структура и функция.
- 10) Эндоплазматический ретикулум и аппарат Гольджи.
- 11) Функции митохондрий и лизосом
- 12) Клеточный цикл.
- 13) Введение в клеточный цикл.
- 14) Фаза G1 и регуляция клеточной пролиферации.
- 15) S-фаза и репликация ДНК.
- 16) Фаза G2 и контроль входа в митоз.
- 17) Митоз.
- 18) Мейоз.
- 19) Клеточная гибель.
- 20) Основные понятия о запрограммированной гибели клеток.
- 21) Клетки, которые подвергаются запрограммированной гибели клеток.
- 22) Сигналы, которые приводят к гибели клеток.
- 23) Апоптоз.
- 24) Некроз.
- 25) Механизмы взаимосвязи между клетками.
- 26) Внутриклеточная связь и сигналы клеток.
- 27) Прием, трансдукция и ответ.
- 28) Локальные и междуклеточные сигналы.
- 29) ДНК, хромосомы и геномы.
- 30) Ядерная и хромосомная структура и функция.
- 31) Хромосомная организация.

- 32) Упаковка ДНК в хроматин и хромосомы.
- 33) Контроль экспрессии генов.
- 34) Блок транскрипции.
- 35) Биогенез РНК.
- 36) Эукариотические РНК-полимеразы и их промоторы.
- 37) Факторы и элементы транскрипции.
- 38) Элонгация и терминация транскрипции
- 39) Основная терминология бионанотехнологии.
- 40) Концепт бионанотехнологии.
- 41) Применение бионанотехнологий.
- 42) Разнообразие наноматериалов.
- 43) Основные свойства наноматериалов.
- 44) Применение наноматериалов и их свойств.
- 45) Организация бактериальных S-слоев и самоорганизация вирусов.
- 46) Физиология, структура и разнообразие бактерий.
- 47) Биология бактерий.
- 48) Вирусы - их классификация, структура и жизненный цикл.
- 49) Нуклеиновые кислоты, рибосома и протеасомы.
- 50) Ионные каналы: нанопоры высокой специфичности.
- 51) Структура нуклеиновых кислот.
- 52) Рибосомы их структуры и функции.
- 53) Функция протеосом.
- 54) Ионные каналы: биологическая роль, классификация по типу и клеточная локализация
- 55) Возникновение биологической активности путем самоорганизации.
- 56) Самосборка с помощью межмолекулярных взаимодействий.
- 57) Разработка органоидов.
- 58) Биологическое применение самосборки: доставка лекарств, магнитная доставка лекарств.
- 59) Молекулярное распознавание и сборка биологических структур.
- 60) Биологические системы, синтетическое молекулярное распознавание.
- 61) Сложность молекулярного распознавания.
- 62) Формирование ДНК-основы и сборка наноматериалов на основе пептидов.
- 63) Химические связи и энергия связи.
- 64) Направленность химических связей.
- 65) Водородные связи и гидрофобные взаимодействия.
- 66) Самоорганизующиеся наноматериалы на основе пептидов: наноматериалы с короткими и полипептидными свойствами.
- 67) Применение биологических сборок в нанотехнологиях.
- 68) Адресная лекарственных препаратов.
- 69) Биовизуализация.
- 70) Разработка вакцин.
- 71) Медицинское применение бионанотехнологий.
- 72) Как связыва биотехнология и медицина?
- 73) Другие применения бионанотехнологии (наноагрокультура, водные технологии, нанокосметика и т. д.).
- 74) Будущие перспективы нанобиотехнологии и бионанотехнологии.
- 75) Сельскохозяйственные нанотехнологии: каковы нынешние возможности?
- 76) Очистка воды с помощью наночастиц.
- 77) Нанокосметика: возможности и перспективы.
- 78) Развитие наноразмерных лабораторий, основанных на платформе диагностики и адресной доставки лекарственных препаратов.

79) Система адресной доставки.

80) Редактирование генома при помощи нанотехнологий.

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) Верещагина В. А. Цитология : учеб. для вузов/ В. А. Верещагина. -Москва: Академия, 2012. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 172, [1] с.: ил., рис., табл.
- 2) Зиматкин С. М. Гистология, цитология и эмбриология : учеб. пособие для учреждений высш. образования / С. М. Зиматкин. -2-е изд., испр.. -Минск: Вышэйшая школа, 2013 г=on-line, 228, [1] с. УЧЛ - Учебное пособие, УЧЛ - Электронный учебник (ККО=1), Электронный сетевой ресурс
- 3) Нетрусов А. И. Введение в биотехнологию : учеб. для вузов/ А. И. Нетрусов. -Москва: Академия, 2014. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 280, [1] с.: ил.
- 4) Никольский В. И. Генетика/ В. И. Никольский. -2-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Академия, 2014. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 247, [1] с.: ил., рис., табл.
- 5) Мамонтов С. Г. Биология : учеб. для вузов/ С. Г. Мамонтов, В. Б. Захаров, Т. А. Козлова ; под ред. С. Г. Мамонтова. -5-е изд., стер.. -Москва: Академия, 2014. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 505, [2] с.: ил., рис., табл.
- 6) Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика : учебник/ А. Н. Ремизов. -4-е изд., испр. и перераб.. -Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. -1 г=on-line, 647 с.: ил.
- 7) Биология: учеб. и практикум для приклад. бакалавриата/ под ред. В. Н. Ярыгина. -2-е изд.. -Москва: Юрайт, 2016. -1 г=on-line, 453 с.: ил.

Дополнительная литература

- 1) Биологическая химия : учеб. пособие для вузов/ [Ю. Б. Филиппович [и др.] ; под ред. Н. И. Ковалевской. -4-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Академия, 2013. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 314, [1] с.: ил., рис., табл.
- 2) Основы микробиологии и иммунологии: учебник/ под ред. В. В. Зверева, Е. В. Будановой. -5-е изд., испр.. -М.: Академия, 2012. -1 о=эл. опт. диск, 280, [2] с.: ил., табл.сетевой ресурс

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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Научное общение, презентация научных результатов»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители: Родионова В.В.– директор НОЦ Умные материалы и биомедицинские приложения ОНК ИВТ, к.ф.-м.н.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»
к.ф.-м.н., доцент
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич
Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Научное общение, презентация научных результатов и бизнес-навыки»
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, презентация научных результатов».

Цель дисциплины: показать молодым ученым, что им нужно больше, чем теоретические знания и методы, что успех выходит за рамки «практического обучения», когда речь идет о преподавании, написании грантов или о любом из многочисленных требований современного исследователя, подготовка студентов к лидерским обязанностям и задачам академической карьеры.

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-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Редактирует, составляет и переводит различные академические тексты в том числе на иностранном(ых) языке(ах) УК-4.2 Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на публичных мероприятиях, включая международные, в том числе на иностранном(ых) языке(ах)	Знать: физическую терминологию на русском и английском языках, Уметь: в краткие сроки находить необходимую научную информацию на русском и иностранном языках. Владеть: опытом ведения научной переписки, выступления с научными докладами
УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1 Анализирует аксиологические системы; обосновывает актуальность их учета в социальном и профессиональном взаимодействии УК-5.2 Выстраивает профессиональное взаимодействие с учетом культурных особенностей представителей разных этносов, конфессий и социальных групп	Знать: как организовать, структурировать и написать научную публикацию в международных журналах, понять процесс рассмотрения; о правах интеллектуальной собственности и получать информацию о юридических процедурах; как и где определить подходящие источники финансирования для исследовательских идей. Уметь: вести научную переписку с российскими и зарубежными коллегами. Владеть: опытом ведения исследовательской деятельности с использованием современных технологий; Представлять свои научные результаты на международных конференциях на иностранном языке.

<p>УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</p>	<p>УК-6.1 Оценивает свои личностные, ситуативные, временные ресурсы, оптимально их использует для успешного выполнения профессиональных задач УК-6.2 Определяет способы совершенствования собственной деятельности и ее приоритеты на основе самооценки УК-6.3 Владеет индивидуально значимыми способами самоорганизации и саморазвития, выстраивает гибкую профессионально-образовательную траекторию</p>	<p>Знать: способы совершенствования собственной речи и жестов и мимики; слабые и сильные стороны при выступлении Уметь: организовывать свою работу и подготовку к выступлениям и встречам Владеть: опытом ведения научной переписки, выступления с научными докладами</p>
<p>ОПК-3 Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки</p>	<p>ОПК-3.1 Осуществляет выбор информационных ресурсов для поиска информации в соответствии с поставленной учебной задачей используя современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</p>	<p>Знать: профильную терминологию на русском и английском языках, Уметь: в краткие сроки находить необходимую научную информацию на русском и иностранном языках. Владеть: опытом поиска научных текстов и понимания информации на иностранном языке</p>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Научное общение, презентация научных результатов» представляет собой дисциплину базового модуля обязательной части дисциплин Б1.О.08 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Дизайн умных материалов".

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 ауди-

торной 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>Вступление</i>	<i>Мотивация общения в науке. TED говорит: образец для подражания. Процесс общения. Организация курса.</i>
2	<i>Почему?</i>	<i>Цель: определение цели вашего сообщения. • Страсть: определите свою страсть в процессе общения.</i>
3	<i>Кто?</i>	<i>Узнай свою аудиторию. Анализ аудитории. Научная или профессиональная аудитория. Широкая публика. Панель экспертизы.</i>
4	<i>Кто?</i>	<i>Стили соединения, культуры и обучения. Связь: инструменты для привлечения аудитории. Культура: определить разные культуры. Стилль: разные стили обучения</i>
5	<i>Что?</i>	<i>Повествование: рассказывание историй. Убеждение: этос, пафос и логотип. Объяснение: обучение чему-то новому.</i>
6	<i>КАК?</i>	<i>Канва: разработка концепций для канвы. Репетиция. Проверьте каждую деталь и подготовьте план Б. Не носители английского языка. Как справиться с нервами? Сила голоса. Следите за своей внешностью. День: хорошее начало и прекрасное окончание. Как обрабатывать вопросы. Подведите итоги и сделайте вывод.</i>
7	<i>Письменная коммуникация</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):

Вступление

Почему?

Кто?

Кто?

Что?

КАК?

Письменная коммуникация

Онлайн коммуникация

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1. Вступление. Мотивация общения в науке. TED говорит: образец для подражания. Процесс общения. Организация курса.

Тема 2. Почему? Цель: определение цели вашего сообщения. • Страсть: определите свою страсть в процессе общения.

Тема 3. Кто? Узнай свою аудиторию. Анализ аудитории. Научная или профессиональная аудитория. Широкая публика. Панель экспертизы.

Тема 4. Кто? Стили соединения, культуры и обучения. Связь: инструменты для привлечения аудитории. Культура: определить разные культуры. Стил: разные стили обучения.

Тема 5. Что? Повествование: рассказывание историй. Убеждение: этос, пафос и логос-тип. Объяснение: обучение чему-то новому.

Тема 6. КАК? Канва: разработка концепций для канвы. Репетиция. Проверьте каждую деталь и подготовьте план Б. Не носители английского языка. Как справиться с нервами? Сила голоса. Следите за своей внешностью. День: хорошее начало и прекрасное окончание. Как обрабатывать вопросы. Подведите итоги и сделайте вывод.

Тема 7. Письменная коммуникация.

Тема 8. Онлайн коммуникация.

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Вступление Почему? Кто? Кто? Что? КАК? Письменная коммуникация Онлайн коммуникация

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: Вступление Почему? Кто? Кто? Что? КАК? Письменная коммуникация Онлайн коммуникация

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 обу-

чающимися 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>Вступление</i>	УК-4, ОПК-3, ПК-3	<i>Письменное задание, выступление</i>
<i>Почему?</i>	УК-4, ОПК-3, ПК-3	<i>Письменное задание, выступление</i>
<i>Кто?</i>	УК-4, ОПК-3, ПК-3	<i>Письменное задание, выступление</i>
<i>Кто?</i>	УК-4, ОПК-3, ПК-3	<i>Письменное задание, выступление</i>
<i>Что?</i>	УК-4, ОПК-3, ПК-3	<i>Письменное задание, выступление</i>
<i>КАК?</i>	УК-4, ОПК-3, ПК-3	<i>Письменное задание, выступление</i>
<i>Письменная коммуникация</i>	УК-4, ОПК-3, ПК-3	<i>Письменное задание, выступление</i>
<i>Онлайн коммуникация</i>	УК-4, ОПК-3, ПК-3	<i>Письменное задание, выступление</i>

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

- 1) Современные принципы научного мышления.
- 2) Науковедение и науковедческие исследования.
- 3) Протонауковедение, науковедение и новое науковедение для новой науки.
- 4) Задачи современного науковедческого анализа.
- 5) Науковедение XX столетия – парадигмальный подход.
- 6) Переход от парадигмы к синтагме.
- 7) Современная наука и синтагматический подход.
- 8) Универсальные постулаты развития современной государственной научно-технологической политики.
- 9) Современная терминология методологии науки.
- 10) Средства и методы приращения научного знания.
- 11) Динамика представлений о развитии научного сообщества.
- 12) Этические проблемы современной науки.
- 13) Наука как социальный институт.
- 14) Идеалы и ценности современной науки.
- 15) Стратегия диссертационного исследования.

- 16) Пропедевтика. Основные правила жанра и требования к подготовке текста научного исследования.
- 17) Техники работы с источниками.
- 18) Конструирование научной новизны.
- 19) Основные требования к подготовке автореферата диссертационного исследования.
- 20) Процедура защиты: методические и психологические рекомендации.
- 21) Оформление документации.
- 22) Анализ и уточнение специфики термина «инновация».
- 23) Мифы об инновациях.
- 24) Инновационное мышление и поведение – базовые составляющие инновационного развития.
- 25) Управление знаниями: переход от теории к практике.
- 26) Бизнес и наука: возможности взаимодействия.
- 27) Технопарки и технополисы в России и за рубежом: принципы организации и управления.
- 28) Проблемы модернизации интеллектуально-кадрового потенциала науки и высшей школы.
- 29) Исследовательские университеты в системе высшего образования США: сравнительный анализ.

8.1 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

- 1) Современные принципы научного мышления.
- 2) Науковедение и науковедческие исследования.
- 3) Протонауковедение, науковедение и новое науковедение для новой науки.
- 4) Задачи современного науковедческого анализа.
- 5) Науковедение XX столетия – парадигмальный подход.
- 6) Переход от парадигмы к синтагме.
- 7) Современная наука и синтагматический подход.
- 8) Универсальные постулаты развития современной государственной научно-технологической политики.
- 9) Современная терминология методологии науки.
- 10) Средства и методы приращения научного знания.
- 11) Динамика представлений о развитии научного сообщества.
- 12) Этические проблемы современной науки.
- 13) Наука как социальный институт.
- 14) Идеалы и ценности современной науки.
- 15) Стратегия диссертационного исследования.
- 16) Пропедевтика. Основные правила жанра и требования к подготовке текста научного исследования.
- 17) Техники работы с источниками.
- 18) Конструирование научной новизны.
- 19) Основные требования к подготовке автореферата диссертационного исследования.
- 20) Процедура защиты: методические и психологические рекомендации.
- 21) Оформление документации.
- 22) Анализ и уточнение специфики термина «инновация».
- 23) Мифы об инновациях.
- 24) Инновационное мышление и поведение – базовые составляющие инновационного развития.
- 25) Управление знаниями: переход от теории к практике.

- 26) Бизнес и наука: возможности взаимодействия.
 27) Технопарки и технополисы в России и за рубежом: принципы организации и управления.
 28) Проблемы модернизации интеллектуально-кадрового потенциала науки и высшей школы.
 29) Исследовательские университеты в системе высшего образования США: сравнительный анализ.

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) Гаврилов М. В. Информатика и информационные технологии : учеб. для бакалавров/ М. В. Гаврилов, В. А. Климов. -3-е изд., перераб. и доп.. -М.: Юрайт, 2013. -377, [1] с.: рис., табл.
- 2) Советов Б. Я. Информационные технологии : учеб. для бакалавров/ Б. Я. Советов, В. В. Цехановский; С.-Петерб. гос. электротехн. ун-т. -6-е изд.. -М.: Юрайт, 2012. -262, [1] с.: рис., табл.
- 3) Златопольский Д. М. Программирование: типовые задачи, алгоритмы, методы/ Д. Златопольский. -3-е изд.. -Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. -1 г=on-line, 224 с.
- 4) Ануфриев И. Е. MATLAB 7.0/ И. Е. Ануфриев, А. Б. Смирнов, Е. Н. Смирнова. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2005. -1 г=on-line, 1088 с.: ил., табл.
- 5) Интеллектуальные системы : учеб. пособие/ А. М. Семенов [и др.]; М-во образования и науки РФ, Оренбург. гос. ун-т. -Оренбург, 2013. -1 г=on-line, 337 с.
- 6) Станкевич Л. А. Интеллектуальные системы и технологии : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры/ Л. А. Станкевич. -Москва: Юрайт, 2017. -1 г=on-line, 397 с.
- 7) Электронный сетевой ресурс, УЧЛ - Учебное пособие, УЧЛ -

Дополнительная литература

- 1) Вышнепольский И. С. Техническое черчение : учеб. для вузов и ссузов/ И. С. Вышнепольский. -10-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Юрайт, 2014. -317, [2] с.: ил.
- 2) Инженерная 3D-компьютерная графика : учеб. пособие для бакалавров/ А. Л. Хейфец [и др.] ; под ред. А. Л. Хейфеца; М-во образования и науки РФ, Юж.-Урал. гос. ун-т. -2-е изд., перераб. и доп.. -М.: Юрайт, 2012. -464 с.: ил.
- 3) Куняев Н. Н. Документоведение : учеб. для вузов/ Н. Н. Куняев, Д. Н. Уралов, А. Г. Фабричных ; под ред. Н. Н. Куняева. -Москва: Логос, 2011 г=on-line, 348 с.

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

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

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

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

Программное обеспечение обучения включает в себя:

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

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

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

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

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

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

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университета 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 междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Нейросети»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

Виноградов Владимир Валентинович, д.х.н., Серов Никита Сергеевич Университет ИТМО

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»
к.ф.-м.н., доцент
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич
Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Нейросети»
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: «Нейросети».

Цель дисциплины: Поскольку модели глубокого обучения обеспечивают очень большую гибкость в отношении формата входных и выходных данных, а также демонстрируют беспрецедентную производительность на больших данных и предполагают огромную архитектурную гибкость, студенты будут изучать основы нейронных сетей, их применение для различных типов химических данных, включая изображения электронного микроскопа, последовательные полимерные данные, многомерные пространственно-временные данные, а также подходы для их построения и оптимизации

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 осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемные ситуации, используя системный подход УК-1.2. Использует способы разработки стратегии действий по достижению цели на основе анализа проблемной ситуации	Знать: различные направления научных исследований физики (новые и старые) Уметь: выделять научную проблему и ставить конкретную физическую задачу для ее решения. Владеть: навыками создания и описания материалов, навыками работы с научной литературой на русском и английском языках
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1 Осуществляет организацию и руководство группой для достижения поставленных научных задач УК-3.2 Разрабатывает стратегию руководства группой для достижения поставленных научных задач	знать: - особенности осуществления профессиональной деятельности, используя цифровые технологии уметь: использовать правовые, этические правила при разработке стандартов, норм и правил в сфере искусственного интеллекта владеть: - базовыми навыками управления качеством больших данных
ПК-3 Способен организовать выполнение научно-исследовательских работ по закреплённой тематике	ПК-3.1 Разрабатывает и организует выполнение мероприятий по тематическому плану ПК-3.2 Управляет разработкой технической документации проектных работ	Знать: - понимать принципиальные схемы разработки технического задания на производство наноструктурированных композиционных и функциональных материалов с новыми свойствами; Уметь: - организовывать внедрение разработанных технических решений производства наноструктурированных композиционных материалов владеть:

		- базовыми навыками анализа потребности заинтересованных лиц и/или подразделений организации в исследовании больших данных
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нейросети» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.03.03.03 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Дизайн умных материалов".

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	Introduction to deep learning	The history of deep learning development, Problems of deep learning techniques, Introduction to activation functions, The role of linear algebra in deep learning

2	Dense learning basics	Perceptron case, Calculation graph, Bayes theorem, The basics of gradient descent, Loss functions and regularization
3	Practical realization of the first neural network	Gradient descent modifications, Training the first neural network, Batch normalization, Weights initialization
4	Convolutional neural networks	Modern architectures, Introduction to convolutions, Practical implementation of CNN on nanomaterials images, Autoencoders
5	Recurrent neural networks	RNN architectures, SMILES strings generation with RNN, Motivation and error propagation, GRU and other RNN types, Structurally constrained recurrent networks (SCRN), The concept of long short term memory (LSTM)
6	Modern architectures	Encoder-decoder architectures, Attention models
7	Generative deep learning	GAN-derived models, Adversarial models, Generative models
8	Reinforcement learning	Reinforcement learning, Deep Q-networks, Markov's chains
9	NeuroBayes approaches	Expectation-Maximization (EM) algorithm, Bayes theorem meets deep learning, Variational autoencoder, Bayes neural networks and dropout, Variational approximations

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):

Introduction to deep learning
Dense learning basics
Practical realization of the first neural network
Convolutional neural networks
Recurrent neural networks
Modern architectures
Generative deep learning
Reinforcement learning
NeuroBayes approaches

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Introduction to deep learning *The history of deep learning development*, *Problems of deep learning techniques*, *Introduction to activation functions*, *The role of linear algebra in deep learning*

Dense learning basics *Perceptron case*, *Calculation graph*, *Bayes theorem*, *The basics of gradient descent*, *Loss functions and regularization*

Practical realization of the first neural network *Gradient descent modifications*, *Training the first neural network*, *Batch normalization*, *Weights initialization*

Convolutional neural networks *Modern architectures, Introduction to convolutions, Practical implementation of CNN on nanomaterials images, Autoencoders*
Recurrent neural networks *RNN architectures, SMILES strings generation with RNN, Motivation and error propagation, GRU and other RNN types, Structurally constrained recurrent networks (SCRN), The concept of long short term memory (LSTM)*
Modern architectures *Encoder-decoder architectures, Attention models*
Generative deep learning *GAN-derived models, Adversarial models, Generative models*
Reinforcement learning *Reinforcement learning, Deep Q-networks, Markov's chains*
NeuroBayes approaches *Expectation-Maximization (EM) algorithm, Bayes theorem meets deep learning, Variational autoencoder, Bayes neural networks and dropout, Variational approximations*

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Introduction to deep learning, Dense learning basics, Practical realization of the first neural network, Convolutional neural networks, Recurrent neural networks, Modern architectures, Generative deep learning, Reinforcement learning, NeuroBayes approaches.

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: Introduction to deep learning, Dense learning basics, Practical realization of the first neural network, Convolutional neural networks, Recurrent neural networks, Modern architectures, Generative deep learning, Reinforcement learning, NeuroBayes approaches.

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
Introduction to deep learning	УК-1, УК-3, ПК-3	Исследовательская работа
Dense learning basics	УК-1, УК-3, ПК-3	Исследовательская работа
Practical realization of the first neural network	УК-1, УК-3, ПК-3	Исследовательская работа
Convolutional neural networks	УК-1, УК-3, ПК-3	Исследовательская работа

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Recurrent neural networks	УК-1, УК-3, ПК-3	Исследовательская работа
Modern architectures	УК-1,К-3, ПК-3	Исследовательская работа
Generative deep learning	УК-1, УК-3, ПК-3	Исследовательская работа
Reinforcement learning	УК-1, УК-3, ПК-3	Исследовательская работа
NeuroBayes approaches	УК-1, УК-3, ПК-3	Исследовательская работа

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

Research work

The topics of research papers are distributed among students at the first classroom lesson in accordance with the area of their interests. The research work is carried out within the framework of the topic of the master's thesis and is counted as part of its implementation at the end of the course study. The protection of the research work is carried out in accordance with the criteria of the evaluation sheet.

Approximate research topics:

- Topic 1. Neural network-generator of drug molecules based on transcriptomic data
- Topic 2. Convolutional autoencoder for a generation of interpretable biological sequences descriptors
- Topic 3. Text-to-Pic transformer as a generator of electron microscope images of nanomaterials using text synthesis procedures embeddings
- Topic 4. Generative adversarial neural network for the selection of cofomers for therapeutic molecules to form co-crystals with desired properties
- Topic 5. A model for predicting the toxicity of nanomaterials from multimodal experimental data
- Topic 6. Transfer learning model for the formation of nanomaterials morphological descriptors
- Topic 7. Prediction of spectral characteristics of natural metamaterials
- Topic 8. Generation of new nanozymes with rare activities via an architecture of the variational autoencoder
- Topic 9. Prediction of chemical reaction yields using deep learning
- Topic 10. Deep learning of dynamically responsive chemical Hamiltonians with semiempirical quantum mechanics.

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Oral exam

The oral exam is conducted in the format of answers to the questions of the examination ticket. In each exam ticket, 2 questions are randomly selected: randomly on one question from the first and second parts of the list of questions for the exam. The answer to the question should be complete, detailed, correspond to the topic of the question, contain the terms and definitions of the course you have attended. In case of doubt about the marking for the exam, it is allowed to evaluate the answers to additional questions.

Sample list of questions for the exam:

1. Comparison of conventional machine learning and deep learning techniques.
2. The concept of gradient descent. Derive the final equation. Name and describe modern modifications.
3. Features of discriminative and generative learning, probabilistic point of view.
4. Activation functions: types, motivation for introduction, pros and cons of each type.
5. Batch normalization: concept, problems it solves, cons.
6. Types of neural networks: examples, applications, pros and cons.
7. Convolution layers: concept and motivation. Filters, padding, strides.
8. The principle of generative adversarial networks. Techniques for GAN sampling.
9. RNN: concept, applications. The concept of LSTM units.
10. Gated recurrent units (GRU).
11. Structurally constrained recurrent networks.
12. Attention models: basic principles.
13. Autoencoders: work principle, types, applications. Variational realization. Transformers.
14. The concept of reinforcement learning. Markov's chains and deep Q-networks.
15. NeuroBayes models: concept, variational approximations, pros and cons.
16. Update the weight w_{21} using gradient descent with learning rate 0.1 as well as the loss computed previously.
17. What does the radius in a fingerprint correspond to in a GNN?
18. Do we need a readout function for a GNN when used for learning potentials of single atoms in a molecule.
19. Consider the convolutional neural network defined by the layers in the left column below. Fill in the shape of the output volume and the number of parameters at each layer. You can write the activation shapes in the format (H, W, C), where H, W, C are the height, width and channel dimensions, respectively. Unless specified, assume padding 1, stride 1 where appropriate.
20. Give a method to fight vanishing gradients in fully-connected neural networks. Assume we are using a network with Sigmoid activations trained using SGD..

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 низестоящий 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	<i>Включает низестоя-</i>	хорошо		71-85

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

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

Основная литература:

1. Prabhu Schintler L.A., McNeely C.L. (eds.) Encyclopedia of Big Data. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2022. – 976 p. – URL: <https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-3-319-32010-6> (accessed 9 January 2023).
2. Jaeger D., Jung R. (eds.) Encyclopedia of Computational Neuroscience. – New York, NY: Springer, 2022. – 3663 p. – URL: <https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-1-0716-1006-0> (accessed 9 January 2023).
3. Rosso P. [et al.] (eds.) Natural Language Processing and Information Systems: Conference proceedings // Lecture Notes in Computer Science. – Switzerland, Cham: Springer, 2022. – vol. 13286. – 526 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-08473-7> (accessed 9 January 2023).

Дополнительная литература

4. Fa Wu L., Cui P., Pei J., Zhao L. (eds.) Graph Neural Networks: Foundations, Frontiers, and Applications. – Singapore: Springer, 2022. – 689 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-16-6054-2> (accessed 9 January 2023).
5. Pimenidis E. [et al.] (eds.) Artificial Neural Networks and Machine Learning – ICANN 2022: Conference proceedings // Lecture Notes in Computer Science. – Switzerland, Cham: Springer, 2022. – vol. 13530. – 813 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-15931-2> (accessed 9 January 2023).

6. Tiwari Sh. [et al.] (eds.) *Advances in Data and Information Sciences: Conference proceedings // Lecture Notes in Networks and Systems*. – Singapore: Springer, 2022. – vol. 318. – 745 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-16-5689-7> (accessed 9 January 2023).
7. Thanh Dang N.H., Zhang Y.-D., Tavares J.M.R.S., Chen B.-H. (eds.) *Artificial Intelligence in Data and Big Data Processing: Conference proceedings // Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*. – Switzerland, Cham: Springer, 2022. – vol. 124. – 735 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-97610-1> (accessed 9 January 2023).

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

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС 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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в ин-

тернет 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 междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Обработка естественного языка»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

Серов Никита Сергеевич, Университет ИТМО

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»
к.ф.-м.н., доцент
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич
Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Обработка естественного языка»
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: «Обработка естественного языка».

Цель дисциплины: Курс представляет собой обзор и практическую реализацию методов обработки естественного языка, применяемых к химическим данным. Студенты приобретают навыки поиска текстов, анализа настроений, построения и работы с векторами слов, использования скрытых моделей Маркова, вкраплений слов, рекуррентных нейронных сетей и сиамских сетей, а также реализуют генерацию текстов и распознавание именованных сущностей.

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 осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемные ситуации, используя системный подход УК-1.2 Использует способы разработки стратегии действий по достижению цели на основе анализа проблемной ситуации	Знать: различные направления научных исследований физики (новые и старые) Уметь: выделять научную проблему и ставить конкретную физическую задачу для ее решения. Владеть: навыками создания и описания материалов, навыками работы с научной литературой на русском и английском языках
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Оценивает свои личностные, ситуативные, временные ресурсы, оптимально их использует для успешного выполнения профессиональных задач УК-6.2 Определяет способы совершенствования собственной деятельности и ее приоритеты на основе самооценки УК-6.3. Владеет индивидуально значимыми способами самоорганизации и саморазвития, выстраивает гибкую профессионально-образовательную траекторию	знать: - особенности осуществления профессиональной деятельности, используя цифровые технологии уметь: использовать правовые, этические правила при разработке стандартов, норм и правил в сфере искусственного интеллекта владеть: - базовыми навыками управления качеством больших данных

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Обработка естественного языка» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.03.03.05 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Дизайн умных материалов".

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	Introduction to natural language processing	Typical tasks: 1.2.1. Basic and advanced information search 1.2.2. Conversational agents and virtual assistants 1.2.3. Text prediction and language generation 1.2.4. Spam filtering 1.2.5. Machine translation 1.2.6. Spell/grammar checking, Brief history
2	Text preprocessing	Text summarization, Text normalization, POS and NER tagging, Topic modeling, Keyword extraction, Stemming, Sentiment analysis, Tokenization, Lemmatization
3	NLP concepts	Word context, GloVe and FastText, BoW algorithm and N-Grams, Vector space models, Text and sentence similarity, CBoW architecture and Skip-grams, Relation and information extraction, Text encoding techniques, word2vec, Text mining with NLP, BLEU score, Word embeddings, Word relevance
4	NLP algorithms	Wordnet, NLP libraries, NLTK, Gensim
5	Accompanying approaches	Web scraping, Scrapy, Regular expressions, One-hot encoding, SpaCy and ScispaCy, BeautifulSoup
6	Applied NLP on practice	Collaborative filtering algorithm, Chatbots, Logistic regression and sentiment analysis, Recom-

		mender systems, Sentiment analysis with Naive Bayes, VADER, NLTK, Textblob, and Flair, Text summarization
7	Transformers	Switch transformer, BERT family: GPT, GPT-2, GPT-3, Subword tokenization, Attention algorithms, Transformer architecture, T5 and BERT

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):

Introduction to natural language processing

Text preprocessing

NLP concepts

NLP algorithms

Accompanying approaches

Applied NLP on practice

Transformers

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Introduction to natural language processing *Typical tasks: 1.2.1. Basic and advanced information search 1.2.2. Conversational agents and virtual assistants 1.2.3. Text prediction and language generation 1.2.4. Spam filtering 1.2.5. Machine translation 1.2.6. Spell/grammar checking, Brief history*

Text preprocessing *Text summarization, Text normalization, POS and NER tagging, Topic modeling, Keyword extraction, Stemming, Sentiment analysis, Tokenization, Lemmatization*

NLP concepts *Word context, GloVe and FastText, BoW algorithm and N-Grams, Vector space models, Text and sentence similarity, CBoW architecture and Skip-grams, Relation and information extraction, Text encoding techniques, word2vec, Text mining with NLP, BLEU score, Word embeddings, Word relevance*

NLP algorithms *Wordnet, NLP libraries, NLTK, Gensim*

Accompanying approaches *Web scraping, Scrapy, Regular expressions, One-hot encoding, SpaCy and ScispaCy, BeautifulSoup*

Applied NLP on practice *Collaborative filtering algorithm, Chatbots, Logistic regression and sentiment analysis, Recommender systems, Sentiment analysis with Naive Bayes, VADER, NLTK, Textblob, and Flair, Text summarization*

Transformers *Switch transformer, BERT family: GPT, GPT-2, GPT-3, Subword tokenization, Attention algorithms, Transformer architecture, T5 and BERT*

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам Introduction to natural language processing, Text preprocessing, NLP concepts, NLP algorithms, Accompanying approaches, Applied NLP on practice, Transformers

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: Introduction to natural language processing, Text preprocessing, NLP concepts, NLP algorithms, Accompanying approaches, Applied NLP on practice, Transformers

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
Introduction to natural language processing	УК-1, УК-6	Исследовательская работа
Text preprocessing	УК-1, УК-6	Исследовательская работа
NLP concepts	УК-1, УК-6	Исследовательская работа
NLP algorithms	УК-1, УК-6	Исследовательская работа
Accompanying approaches	УК-1, УК-6	Исследовательская работа
Applied NLP on practice	УК-1, УК-6	Исследовательская работа
Transformers	УК-1, УК-6	Исследовательская работа

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

Research work

The topics of research papers are distributed among students at the first classroom lesson in accordance with the area of their interests. The research work is carried out within the framework of the topic of the master's thesis and is counted as part of its implementation at the end of the course study. The protection of the research work is carried out in accordance with the criteria of the evaluation sheet.

Approximate research topics:

Topic 1. Electron microscopy image generation via transfer learning (TL)-extracted text embeddings of the synthesis procedures

Topic 2. Automatic inorganic nanomaterial synthesis procedures mining from research papers

Topic 3. Property-based nanomaterial inverse design through synthesis procedures generation using pre-trained SciBERT model

Topic 4. Methodology reproducibility evaluation with text summarization and classification

Topic 5. Development of description-based representations of structurally complex nanomaterials

Topic 6. Accessibility- and yield-informed retrosynthesis planning for therapeutically relevant small molecules

Topic 7. Predictive modeling for odor character of a chemical using machine learning combined with natural language processing

Topic 8. Using natural language processing techniques to extract information on the properties and functionalities of energetic materials from large text corpora

Topic 9. A transfer learning protocol for chemical catalysis using a recurrent neural network adapted from natural language processing

Topic 10. Predicting Physiological Effects of Chemical Substances Using Natural Language Processing

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Oral exam

The oral exam is conducted in the format of answers to the questions of the examination ticket. In each exam ticket, 2 questions are randomly selected: randomly on one question from the first and second parts of the list of questions for the exam. The answer to the question should be complete, detailed, correspond to the topic of the question, contain the terms and definitions of the course you have attended. In case of doubt about the marking for the exam, it is allowed to evaluate the answers to additional questions.

Sample list of questions for the exam:

1. Text preprocessing: normalization, tokenization, stemming, lemmatization, POS and NER tagging.
2. Keyword extraction realization.
3. Sentiment analysis realization.
4. Text and sentence similarity: concept, how to perform.
5. BoW and CBoW. The difference between N-Grams and Skip-grams.
6. The principles of word2vec.
7. Approaches toward text mining with NLP.
8. What are regular expressions? Main symbols. Show several examples.
9. BERT working principle. Pros of SciBERT.
10. GloVe and FastText: applications, motivation, and working principles.
11. Explain typical NLP pipeline.
12. Suppose we have an input in the test set with words that are unseen in the training set (and suppose these words would not appear in GloVe either). How will the character-level model do on these inputs compared to the word-level model? Justify your answer.
13. What is Naive Bayes algorithm? When can we use this algorithm in NLP?
14. What are the possible features of a text corpus in NLP?
15. What are transformer models? List several examples, explain their working principle.
16. What is packing and what is its effect on the computational complexity of parsing with a context-free grammar?
17. Suppose you are running a shift-reduce dependency parser with the arc-standard system on a sentence of length n . How many shift operations are needed?
18. Suppose you are doing bag-of-words text classification on a document. The raw input is a single string containing the text of the entire document. Describe in one or two sentences the pipeline to go from the raw input to a feature vector.
19. You are training a neural network with Adam and watching the negative log likelihood of the training set over epochs. Rather than decreasing, it seems to fluctuate around where it started. What is one change you could make to your training procedure that could fix this?
20. Suppose we are building a trigram tagger. The normal transition probabilities $P(y|y_{i-1})$ are replaced with probabilities that depend on the previous two tags $P(y|y_{i-2}, y_{i-1})$. Emissions are unchanged. Describe a modification to the algorithm to implement this.

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. Schintler L.A., McNeely C.L. (eds.) Encyclopedia of Big Data. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2022. – 976 p. – URL: <https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-3-319-32010-6> (accessed 9 January 2023).

2. Jaeger D., Jung R. (eds.) Encyclopedia of Computational Neuroscience. – New York, NY: Springer, 2022. – 3663 p. – URL: <https://link.springer.com/reference-work/10.1007/978-1-0716-1006-0> (accessed 9 January 2023).
3. Rosso P. [et al.] (eds.) Natural Language Processing and Information Systems: Conference proceedings // Lecture Notes in Computer Science. – Switzerland, Cham: Springer, 2022. – vol. 13286. – 526 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-08473-7> (accessed 9 January 2023).
4. Wu L., Cui P., Pei J., Zhao L. (eds.) Graph Neural Networks: Foundations, Frontiers, and Applications. – Singapore: Springer, 2022. – 689 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-16-6054-2> (accessed 9 January 2023).
5. Pimenidis E. [et al.] (eds.) Artificial Neural Networks and Machine Learning – ICANN 2022: Conference proceedings // Lecture Notes in Computer Science. – Switzerland, Cham: Springer, 2022. – vol. 13530. – 813 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-15931-2> (accessed 9 January 2023).

Дополнительная литература

1. Tiwari Sh. [et al.] (eds.) Advances in Data and Information Sciences: Conference proceedings // Lecture Notes in Networks and Systems. – Singapore: Springer, 2022. – vol. 318. – 745 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-16-5689-7> (accessed 9 January 2023).
2. Thanh Dang N.H., Zhang Y.-D., Tavares J.M.R.S., Chen B.-H. (eds.) Artificial Intelligence in Data and Big Data Processing: Conference proceedings // Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies. – Switzerland, Cham: Springer, 2022. – vol. 124. – 735 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-97610-1> (accessed 9 January 2023).

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

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС 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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университета 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 междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Прикладная математика и статистика»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

Кононова Ольга Витальевна, PhD, доцент Университет ИТМО

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического
совета образовательно-научного кластера
«Институт высоких технологий»

к.ф.-м.н., доцент
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич
Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Прикладная математика и статистика»
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: «Прикладная математика и статистика».

Цель дисциплины: Курс "Прикладная математика и статистика" направлен на обеспечение студентов прочной основой математических понятий и статистических методов, которые составляют основу теории машинного обучения и ее практических приложений. Кроме того, в модуле рассматриваются передовые математические концепции, относящиеся к конкретным алгоритмам машинного обучения. Студенты изучат методы ядер, которые обеспечивают математическую основу для нелинейных алгоритмов обучения, таких как машины опорных векторов (SVM). Они также изучат такие понятия, как анализ главных компонент (PCA), разложение по сингулярным значениям (SVD) и цепи Маркова, которые находят применение в уменьшении размерности, сжатии данных и анализе последовательностей. Курс также включает математическое описание нейронных сетей разных типов и теорию графов

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 осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемные ситуации, используя системный подход УК-1.2 Использует способы разработки стратегии действий по достижению цели на основе анализа проблемной ситуации	Знать: основные методики разработки технического задания на производство наноструктурированных композиционных и функциональных материалов с новыми свойствами Уметь: выявлять и анализировать проблемную ситуацию как систему, определяя ее составляющие и связи между ними и планировать испытания инновационной продукции наноиндустрии
ОПК-2 Способен в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики	ОПК-2.1 Знает и использует методы экспериментального и теоретического исследования в области физики ОПК-2.2 Организует самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность в области физики	Владеть: навыками анализа потребности заинтересованных лиц и/или подразделений организации в исследовании больших данных, навыками разработки сервисов для решения химических задач на основе аналитики больших данных.
ПК-3 Способен организовать выполнение научно-исследовательских	ПК-3.1 Разрабатывает и организовывает выполнение мероприятий по	Знать: основные принципы, методы и технологии фотоники; основные методы спектрального анализа веществ; физические

работ по закреплённой тематике	тематическому плану ПК-3.2 Управляет разработкой технической документации проектных работ	механизмы, лежащие в основе оптических и спектральных методов анализа и контроля веществ. Уметь: характеризовать материалы методами спектрального анализа, методами спектроскопии Владеть: аппаратом спектрального анализа, методами спектроскопии, навыками применения методов спектрального анализа в различных областях фотоники.
--------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Прикладная математика и статистика» представляет собой дисциплину базового модуля обязательной части дисциплин Б1.О.07 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Дизайн умных материалов".

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	Introduction into Linear Algebra	Eigenvalues/eigenvectors and matrix decomposition: PCA and its variations, Vector space: definition, linear dependency, span, norm, orthogonality, Euclidian space and examples of non-vector spaces, Scalars, vectors, matrices, tensors: fundamentals and operations
2	Basic concepts of numerical optimization	Constrained optimization: Lagrange multipliers, Gradient-based optimization, Basic idea of optimization problem: Jacobian and Hessian, objective function
3	Fundamentals of Probability Theory	Characteristics of distribution: expectation, variance, covariance, Examples of common discrete and continuous distributions, Random variables and distributions: (in)dependent (non)identically distributed variables, Basic concepts of events and probability: computing probability of a random event, Boolean logic and combinatorics fundamentals, Joint, margin, conditional distributions, Bayes theorem and chain rule
4	Introduction into Math Statistics	Maximum likelihood Bayesian statistics, Statistics: basic concept, estimator, bias, variance, Hypothesis, confidence interval, hypothesis testing
5	Information Theory fundamentals	Idea of information, its relation to probability, Information entropy
6	Building Machine Learning models	Role of Linear Algebra, Probability and Math Statistics in ML, Neural Networks: general approximators, considerations for hidden/output units, chain rule and backpropagation, Various Deep Learning architectures from mathematics point of view: CNN, RNN, Autoencoders, Embeddings, Attention mechanism, Unsupervised learning: clustering, Regularization and cost function, Supervised learning: classification tasks (SVM, decision trees), regression tasks
7	Introduction into Graph theory	Graph Neural Networks: graph convolution, message passing, learning tasks on graphs (nodes classification, molecule representation), Fundamentals of Graph theory: definition of graphs and related concepts, graph traversing, trees, spectral properties of graph
8	Algorithm Complexity	Basic examples of algorithm complexity estimation, Fundamentals of algorithm complexity: big-O, small-O, omega (Landau) notations, order of function

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):

Introduction into Linear Algebra
Basic concepts of numerical optimization

Fundamentals of Probability Theory
Introduction into Math Statistics
Information Theory fundamentals
Building Machine Learning models
Introduction into Graph theory
Algorithm Complexity

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Introduction into Linear Algebra Eigenvalues/eigenvectors and matrix decomposition: PCA and its variations, Vector space: definition, linear dependency, span, norm, orthogonality, Euclidian space and examples of non-vector spaces, Scalars, vectors, matrices, tensors: fundamentals and operations
Basic concepts of numerical optimization Constrained optimization: Lagrange multipliers, Gradient-based optimization, Basic idea of optimization problem: Jacobian and Hessian, objective function
Fundamentals of Probability Theory Characteristics of distribution: expectation, variance, covariance, Examples of common discrete and continuous distributions, Random variables and distributions: (in)dependent (non)identically distributed variables, Basic concepts of events and probability: computing probability of a random event, Boolean logic and combinatorics fundamentals, Joint, margin, conditional distributions, Bayes theorem and chain rule
Introduction into Math Statistics Maximum likelihood Bayesian statistics, Statistics: basic concept, estimator, bias, variance, Hypothesis, confidence interval, hypothesis testing
Information Theory fundamentals Idea of information, its relation to probability, Information entropy
Building Machine Learning models Role of Linear Algebra, Probability and Math Statistics in ML, Neural Networks: general approximators, considerations for hidden/output units, chain rule and backpropagation, Various Deep Learning architectures from mathematical point of view: CNN, RNN, Autoencoders, Embeddings, Attention mechanism, Unsupervised learning: clustering, Regularization and cost function, Supervised learning: classification tasks (SVM, decision trees), regression tasks
Introduction into Graph theory Graph Neural Networks: graph convolution, message passing, learning tasks on graphs (nodes classification, molecule representation), Fundamentals of Graph theory: definition of graphs and related concepts, graph traversing, trees, spectral properties of graph
Algorithm Complexity Basic examples of algorithm complexity estimation, Fundamentals of algorithm complexity: big-O, small-O, omega (Landau) notations, order of function

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Introduction into Linear Algebra Basic concepts of numerical optimization, Fundamentals of Probability Theory, Introduction into Math Statistics, Information Theory fundamentals, Building Machine Learning models, Introduction into Graph theory, Algorithm Complexity

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: Introduction to nanotechnology: recent development and applications, Introduction into Linear Algebra Basic concepts of numerical optimization, Fundamentals of Probability Theory, Introduction into Math Statistics, Information Theory fundamentals, Building Machine Learning models, Introduction into Graph theory, Algorithm Complexity

Выполнение индивидуальных заданий.

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
Introduction into Linear Algebra	УК-1, ОПК-2, ПК-3	<i>Исследовательская работа</i>
Basic concepts of numerical optimization	УК-1, ОПК-2, ПК-3	<i>Исследовательская работа</i>
Fundamentals of Probability Theory	УК-1, ОПК-2, ПК-3	<i>Исследовательская работа</i>
Introduction into Math Statistics	УК-1, ОПК-2, ПК-3	<i>Исследовательская работа</i>
Information Theory fundamentals	УК-1, ОПК-2, ПК-3	<i>Исследовательская работа</i>
Building Machine Learning models	УК-1, ОПК-2, ПК-3	<i>Исследовательская работа</i>
Introduction into Graph theory	УК-1, ОПК-2, ПК-3	<i>Исследовательская работа</i>
Algorithm Complexity	УК-1, ОПК-2, ПК-3	<i>Исследовательская работа</i>
Introduction into Linear Algebra	УК-1, ОПК-2, ПК-3	<i>Исследовательская работа</i>

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

Research work

The topics of research papers are distributed among students at the first classroom lesson in accordance with the area of their interests. The research work is carried out within the framework of the topic of the master's thesis and is counted as part of its implementation at the

end of the course study. The protection of the research work is carried out in accordance with the criteria of the evaluation sheet.

Approximate research topics:

Topic 1. Bayesian neural networks: background, existing approaches, examples of applications and challenges

Topic 2. Unsupervised clustering approaches: background, existing approaches, examples of applications and challenges

Topic 3. Markov decision process: background, existing approaches, examples of applications and challenges

Topic 4. Adversarial learning: background, existing approaches, examples of applications and challenges

Topic 5. Application of Graph Neural Networks for organic molecules representation

Topic 6. Application of Graph Neural Networks for crystals representation

Topic 7. Neural Network based potential for energy calculations

Topic 8. Using machine learning for drugs design: QSAR and ADMET

Topic 9. Generative models for drugs design

Topic 10. Image analysis using deep neural networks

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Oral exam

The oral exam is conducted in the format of answers to the questions of the examination ticket. In each exam ticket, 2 questions are randomly selected: randomly on one question from the first and second parts of the list of questions for the exam. The answer to the question should be complete, detailed, correspond to the topic of the question, contain the terms and definitions of the course you have attended. In case of doubt about the marking for the exam, it is allowed to evaluate the answers to additional questions.

Sample list of questions for the exam:

1. What is the difference between scalar, vector, matrix and tensor? How are they related? Give examples of tensor that is not matrix and vice versa.
2. Explain idea of linear space and provide examples of vector and non-vector space.
3. Which of the given transformations are affine transformations? How did you identify them?
4. Solve constrained optimization problem.
5. Solve combinatorial problem.
6. Solve bit manipulation problem.
7. Solve problem requiring computing probability of an event.
8. Solve problem requiring computing conditional probability of events.
9. Solve problem requiring using Bayes or chain rule.
10. Given a probability distribution, compute its characteristics such as expected value, variance, skewness, etc.
11. Proof that mean square error is a sum of squared bias and variance of an estimator. How is that related to cross-validation in machine learning?
12. Proof that linear regression means maximizing of likelihood of Gaussian distribution.
13. Explain concept of cross-entropy. What is the difference between cross-entropy and maximum likelihood estimation?
14. Explain meaning of $Ax+b$ operation in neural networks.

15. Explain why we use sigmoid activation function for binary classification and softmax for categorical classification.
16. Explain role of kernel in SVM.
17. Explain concept of regularization and how it helps in machine learning tasks.
18. Explain mathematically one of the given neural network architectures: CNN, LSTM, Variational Autoencoder, Transformer.
19. Give example and explain graph traversing algorithm: DFS or BFS.
20. Provide algorithm for binary tree traversing: find depth, find subtree, etc.
21. Explain idea of graph convolution.
22. Write function for a message passing GNN given a set of requirements.
23. Solve task requiring comparison of algorithm complexity (big-O, small-o, omega notations operations)

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	Репродуктивный	Изложение в пределах	удовлетвор		55-70

ительный (достаточны й)	ая деятельность	задач теоретически практически контролируемого материала	курса и	ительно		
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. Parasidis I.N., Providas E., Rassias T.M. (ed.). *Mathematical Analysis in Interdisciplinary Research*. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2021. – 1060 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-84721-0>.
2. Kilgour D.M. et al. (ed.). *Recent Developments in Mathematical, Statistical and Computational Sciences*. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2021. – 757 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-63591-6>.
3. Balakrishnan J.S. et al. (ed.). *Arithmetic Geometry, Number Theory, and Computation*. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2021. – 587 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-80914-0>.
4. Karapetyants A.N. et al. (ed.). *Operator Theory and Harmonic Analysis*. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2021. – 584 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-77493-6>.

Дополнительная литература:

1. Arnold B.C., Balakrishnan N., Coelho C.A. (ed.). *Methodology and Applications of Statistics*. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2021. – 439 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-83670-2>.

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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Приложения магнитных материалов»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

Др. Карпенков Д.Ю. – Национальный Университет Науки и Технологии МИСиС; Др. Родионова В.В. – директор НОЦ Умные материалы и биомедицинские приложения БФУ им. И. Канта, к.ф.-м.н.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

к.ф.-м.н., доцент

Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич

Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Приложения магнитных материалов»
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: «Приложения магнитных материалов».

Цель дисциплины: получение всестороннего представления о фундаментальных аспектах и последних событиях в трех различных и захватывающих технологических областях: в области магнитного хранения информации, магнитного охлаждения и биомедицины.

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

Код содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемные ситуации, используя системный подход УК-1.2. Использует способы разработки стратегии действий по достижению цели на основе анализа проблемной ситуации	Знать: основы технологии магнитной записи; основные характеристики современных жестких дисков, а также текущие проблемы и новые материалы и технологии для жестких дисков следующего поколения с акцентом на магнитный носитель записи; биомедицинское применение различных типов функциональных магнитных материалов; основные свойства и функциональные применения ферромагнитных тонких плёнок и микропроводов; основы магнитооптических методов исследования магнитных свойств материалов. Уметь: использовать базовые и инновационные методы магнитного описания записывающих носителей, магнитных носителей памяти, магнитных микро- и нанообъектов; использовать знания о функциональных свойствах различных материалов и объектов для применения их в различных областях.
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Редактирует, составляет и переводит различные академические тексты в том числе на иностранном(ых) языке(ах) УК-4.2 Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на публичных мероприятиях, включая международные, в том числе на иностранном(ых) языке(ах)	Владеть: представлением об актуальной теме магнитной памяти для хранения данных, от разных классов магнитных ОЗУ, до памяти на основе доменных стенок и бинарных статических устройств
ПК-3	ПК-3.1 Разрабатывает и	

Способен организовать выполнение научно-исследовательских работ по закреплённой тематике	организовывает выполнение мероприятий по тематическому плану ПК-3.2 Управляет разработкой технической документации проектных работ	памяти в качестве конечного стимула для мемристоров; представлением об основных функциональных свойствах магнитных материалов, а также созданных на их основе наночастиц, микропроводов и тонких плёнок; представлением об основных методах использования магнитных материалов и объектов в биомедицине.
------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Функциональные наноматериалы для различных приложений» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.03.02.04 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Дизайн умных материалов".

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>Магнитное хранение информации: теория и термодинамика магнитокалорического эффекта.</i>	<i>Термодинамический подход к описанию магнитокалорического эффекта Уравнения Максвелла Уравнение Клапейрона-Клаузиуса Энтропия и её изменение в магнитокалорическом эффекте Методы исследования магнитокалорических свойств</i>
2	<i>Магнитокалорические термодинамические циклы.</i>	<i>Общий подход к термодинамическим циклам Обычные и регенеративные термодинамические циклы Цикл каскадного охлаждения Активный Магнитный Регенеративный цикл Практические соображения к применению термодинамических циклов</i>
3	<i>Материалы для магнитокалорики.</i>	<i>Материалы для магнитокалорики Общий подход к выбору материалов для магнитокалорики Материалы с магнитокалорическим эффектом близким к комнатной температуре Материалы, подходящие для низкотемпературных применений Улучшение гистерезисных свойств материалов Мультикалорические материалы</i>
4	<i>Прототипы магнитокалорических устройств.</i>	<i>Теплообменники Источники магнитного поля Существующие прототипы магнитокалорических устройств</i>
5	<i>Магнитные микропровода и их практическое применение.</i>	<i>Микропровода и основные методы их изготовления Аморфные микропровода и их свойства Кристаллические и частично кристаллизованные микропровода и их свойства Прикладные аспекты применения микропроводов Прототипы функциональных устройств на основе микропроводов</i>
6	<i>Тонкоплёночные структуры с обменным смещением и возможности их применения.</i>	<i>Явление обменного смещения и его физические основы Методики создания тонкоплёночных структур с обменным смещением Способы исследования магнитных свойств тонкоплёночных структур с обменным смещением Тонкоплёночные структуры с обменным</i>

		<i>смещением в сенсорике и прочих практических приложениях</i>
7	<i>Биологические приложения наночастиц и нанобъектов.</i>	<i>Наночастицы и основные методики синтеза Функционализация наночастиц и нанобъектов для биологического применения Магнитные наночастицы и нанобъекты в биосенсорике и терапии</i>
8	<i>Магнитооптика и магнитооптические методы исследования магнитных свойств.</i>	<i>Основные магнитооптические эффекты Применение магнитооптических эффектов для статического и динамического исследования магнитных свойств образцов Построение оптических схем для проведения измерений в различных конфигурациях</i>
9	<i>Магнитные МАХ-фазы и перспективы их применения.</i>	<i>МАХ-фазы и их основные функциональные свойства Основные фундаментальные особенности и применения МАХ-фаз Магнитные МАХ-фазы: проблемы синтеза и перспективы применения МХены – производный класс от МАХ-фаз Разбор практического кейса из области изучения магнитных МАХ-фаз</i>
10	<i>Высокочувствительная магнитная сенсорика для биомедицинских приложений.</i>	<i>Применение магнитных объектов в качестве биосенсоров Чувствительность биосенсоров на основе магнитных объектов</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):

Магнитное хранение информации: теория и термодинамика магнитокалорического эффекта.

Магнитокалорические термодинамические циклы.

Материалы для магнитокалорики.

Прототипы магнитокалорических устройств.

Магнитные микропровода и их практическое применение.

Тонкоплёночные структуры с обменным смещением и возможности их применения.

Биологические приложения наночастиц и нанобъектов.

Магнитооптика и магнитооптические методы исследования магнитных свойств.

Магнитные МАХ-фазы и перспективы их применения.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1. Магнитное хранение информации: теория и термодинамика магнитокалорического эффекта.

- Термодинамический подход к описанию магнитокалорического эффекта
- Уравнения Максвелла
- Уравнение Клапейрона-Клаузиуса
- Энтропия и её изменение в магнитокалорическом эффекте
- Методы исследования магнитокалорических свойств

Тема 2. Магнитокалорические термодинамические циклы.

- Общий подход к термодинамическим циклам
- Обычные и регенеративные термодинамические циклы
- Цикл каскадного охлаждения
- Активный Магнитный Регенеративный цикл
- Практические соображения к применению термодинамических циклов

Тема 3. Материалы для магнитокалорики.

- Материалы для магнитокалорики
- Общий подход к выбору материалов для магнитокалорики
- Материалы с магнитокалорическим эффектом близким к комнатной температуре
- Материалы, подходящие для низкотемпературных применений
- Улучшение гистерезисных свойств материалов
- Мультикалорические материалы

Тема 4. Прототипы магнитокалорических устройств.

- Теплообменники
- Источники магнитного поля
- Существующие прототипы магнитокалорических устройств

Тема 5. Магнитные микропровода и их практическое применение.

- Микропровода и основные методы их изготовления
- Аморфные микропровода и их свойства
- Кристаллические и частично кристаллизованные микропровода и их свойства
- Прикладные аспекты применения микропроводов
- Прототипы функциональных устройств на основе микропроводов

Тема 6. Тонкоплёночные структуры с обменным смещением и возможности их применения.

- Явление обменного смещения и его физические основы
- Методики создания тонкоплёночных структур с обменным смещением
- Способы исследования магнитных свойств тонкоплёночных структур с обменным смещением
- Тонкоплёночные структуры с обменным смещением в сенсорике и прочих практических приложениях

Тема 7. Биологические приложения наночастиц и нанобъектов.

- Наночастицы и основные методики синтеза
- Функционализация наночастиц и нанобъектов для биологического применения
- Магнитные наночастицы и нанобъекты в биосенсорике и терапии

Тема 8. Магнитооптика и магнитооптические методы исследования магнитных свойств.

- Основные магнитооптические эффекты
- Применение магнитооптических эффектов для статического и динамического исследования магнитных свойств образцов
- Построение оптических схем для проведения измерений в различных конфигурациях

Тема 9. Магнитные МАХ-фазы и перспективы их применения.

- МАХ-фазы и их основные функциональные свойства
- Основные фундаментальные особенности и применения МАХ-фаз
- Магнитные МАХ-фазы: проблемы синтеза и перспективы применения
- МХены – производный класс от МАХ-фаз
- Разбор практического кейса из области изучения магнитных МАХ-фаз

Тема 10. Высокочувствительная магнитная сенсорика для биомедицинских приложений.

- Применение магнитных объектов в качестве биосенсоров
- Чувствительность биосенсоров на основе магнитных объектов

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Магнитное хранение информации: теория и термодинамика магнитокалорического эффекта. Магнитокалорические термодинамические циклы. Материалы для магнитокалорики. Прототипы магнитокалорических устройств. Магнитные микропровода и их практическое применение. Тонкоплёночные структуры с обменным смещением и возможности их применения. Биологические приложения наночастиц и нанобъектов. Магнитооптика и магнитооптические методы исследования магнитных свойств. Магнитные МАХ-фазы и перспективы их применения. Высокочувствительная магнитная сенсорика для биомедицинских приложений.

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Магнитное хранение информации: теория и термодинамика магнитокалорического эффекта. Магнитокалорические термодинамические циклы. Материалы для магнитокалорики. Прототипы магнитокалорических устройств. Магнитные микропровода и их практическое применение. Тонкоплёночные структуры с обменным смещением и возможности их применения. Биологические приложения наночастиц и нанобъектов. Магнитооптика и магнитооптические методы исследования магнитных свойств. Магнитные МАХ-фазы и перспективы их применения. Высокочувствительная магнитная сенсорика для биомедицинских приложений.

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 сво-

бодами 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>1 Магнитное хранение информации: теория и термодинамика магнитокалорического эффекта.</i>	УК-1, УК-4, ПК-3	<i>тест</i>
<i>2 Магнитокалорические термодинамические циклы.</i>	УК-1, УК-4, ПК-3	<i>тест</i>
<i>3 Материалы для магнитокалорики.</i>	УК-1, УК-4, ПК-3	<i>тест</i>
<i>4 Прототипы магнитокалорических устройств.</i>	УК-1, УК-4, ПК-3	<i>тест</i>
<i>5 Магнитные микропровода и их практическое применение.</i>	УК-1, УК-4, ПК-3	<i>тест</i>
<i>6 Тонкоплёночные структуры с обменным смещением и возможности их применения.</i>	УК-1, УК-4, ПК-3	<i>тест</i>
<i>7 Биологические приложения наночастиц и нанообъектов.</i>	УК-1, УК-4, ПК-3	<i>тест</i>
<i>8 Магнитооптика и магнитооптические методы исследования магнитных свойств.</i>	УК-1, УК-4, ПК-3	<i>тест</i>
<i>9 Магнитные МАХ-фазы и перспективы их применения.</i>	УК-1, УК-4, ПК-3	<i>тест</i>
<i>10 Высокочувствительная магнитная сенсорика для биомедицинских приложений.</i>	УК-1, УК-4, ПК-3	<i>тест</i>

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

Примеры тем реферативных докладов:

1. Изучение магнитокалорического эффекта косвенным методом с помощью вибрационного магнитометра.
2. Измерение магнитокалорического эффекта прямым методом с помощью адиабатиче-

ского калориметра.

3. Изучение основных методик получения магнитокалорических материалов.
4. Расчет магнитокалорических параметров: максимум магнитной энтропии, ширина полумаксима, относительная охлаждающей мощности (RCP) и охлаждающая емкости (RC).
5. Изучение характеристик источников постоянного и переменного магнитного поля.
6. Альтернативные методы твердотельного охлаждения: термоэлек-трический холодильник.
7. Магнитная характеристика записывающих носителей и магнитных запоминающих устройств.
8. Магнитные измерения.
9. Методы изменения магнитных свойств микропроводов на этапе синтеза.
10. Способы применения магнитных микропроводов и их ансамблей в существующих технических устройствах.
11. Методики создания тонкоплёночных структур с обменным смещением.
12. Использование магнитных наночастиц для таргетной доставки лекарственных средств.
13. Гипотермия. Как магнитные свойства наночастиц могут быть применены в раковой терапии.
14. Визуализация доменной структуры образцов с использованием магнитооптических методов.
15. Способы настройки магнитных свойств МАХ-фаз с легирующими элементами.

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов				
Single selection	Какой из данных параметров характеризует магнитокалорический материал при изотермическом намагничивании?	<table border="1"> <tr> <td>ΔT_{ad}</td> </tr> <tr> <td>ΔS_M</td> </tr> <tr> <td>C_p</td> </tr> <tr> <td>RCP</td> </tr> </table>	ΔT_{ad}	ΔS_M	C_p	RCP
ΔT_{ad}						
ΔS_M						
C_p						
RCP						
Single selection	Выберите уравнение Максвелла для расчёта изменения магнитной энтропии.	<table border="1"> <tr> <td>$\Delta S_M = \int_{H_1}^{H_2} \left(\frac{\delta M}{\delta T} \right) dH$</td> </tr> <tr> <td>$\Delta S_M = \int_{T_1}^{T_2} \left(\frac{\delta M}{\delta H} \right) dT$</td> </tr> <tr> <td>$\Delta S_M = \frac{\delta Q}{T}$</td> </tr> <tr> <td>$\Delta S(T) = \int_0^T \frac{C_H(T) - C_0(T)}{T} dT$</td> </tr> </table>	$\Delta S_M = \int_{H_1}^{H_2} \left(\frac{\delta M}{\delta T} \right) dH$	$\Delta S_M = \int_{T_1}^{T_2} \left(\frac{\delta M}{\delta H} \right) dT$	$\Delta S_M = \frac{\delta Q}{T}$	$\Delta S(T) = \int_0^T \frac{C_H(T) - C_0(T)}{T} dT$
$\Delta S_M = \int_{H_1}^{H_2} \left(\frac{\delta M}{\delta T} \right) dH$						
$\Delta S_M = \int_{T_1}^{T_2} \left(\frac{\delta M}{\delta H} \right) dT$						
$\Delta S_M = \frac{\delta Q}{T}$						
$\Delta S(T) = \int_0^T \frac{C_H(T) - C_0(T)}{T} dT$						

Multiple selection	Как рассчитывается КПД цикла Карно для магнитного охлаждения?	$COP_{Carnot} = \left(\frac{T_{cold}}{T_{hot} - T_{cold}} \right)$	
		$COP_{Carnot} = \left(\frac{T_{hot} - T_{cold}}{T_{cold}} \right)$	
		$COP_{Carnot} = \left(\frac{\text{refrigeration capacity}}{\text{power input}} \right)$	
Single selection	Обозначьте номер процесса адиабатического намагничивания в указанном цикле Карно.	1-2	
		2-3	
		3-4	
		4-1	
Multiple selection	Выберите материалы с фазовым переходом первого рода.	Gd	
		$Gd_5(Si_{0.43}Ge_{0.57})_4$	
		$LaFe_{11.2}Si_{1.8}$	
		Gd_5Ge_4	
		$LaFe_{11.6}Si_{1.4}H_x$	
		$Mn_{1.1}Fe_{0.9}P_{0.47}As_{0.53}$	
		$Ni_{45}Mn_{43}CrSn_{11}$	
Single selection	Назовите цель легирования гидридов составов $La(Fe, Si, Mn)_{13}H_x$ марганцем?	Понизить их температуру Кюри до близкой к комнатной.	
		Увеличить их намагниченность для увеличения величин магнитокалорического эффекта.	
		Стабилизировать нужную фазу с $NaZn_{13}$ -типом структуры.	
Multiple selection	Назовите причину обратного магнитокалорического эффекта.	Различия в обменном взаимодействии для фаз аустенита и мартенсита.	

		Положительное изменение магнитной энтропии при приложении магнитного поля.
		Низкотемпературная фаза имеет малую, а высокотемпературная фаза – большую намагниченность.
Single selection	Какое внешнее или внутреннее состояние приводит к уширению гистерезиса в материалах с фазовым переходом первого рода?	Высокая скорость изменения магнитного поля.
		Образец состоит из мелких фрагментов.
		Достижение три-критической точки.
		Внешнее воздействие.

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 положе-	хорошо		71-85

	степени самостоятельности и инициативы	ния 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) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин Кн. 2 : Электромагнетизм. Оптика. Квантовая физика. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 439, [3] с.
- 2) Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму : краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 2. -2000. -1 r=on-line, 88 с.
- 3) УЧЛ - Электронный учебник (ККО=1)
- 4) Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму : краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 1. -1998. -1 r=on-line, 89 с.
- 5) Задачник по электричеству и магнетизму : метод. пособие для студентов физ. фак./ Калинингр. гос. ун-т; сост. Е. Ф. Кондратьев. -Калининград, 1995. -81 с.
- 6) M. W. Barsoum, MAX phases: Properties of machinable ternary carbides and nitrides. – Wiley-VCN, 2013. – 421 с.

Дополнительная литература

- 1) Шпольский, Э. В.. Атомная физика : учебник : в 2 т./ Э. В. Шпольский Т. 2 : Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. -6-е изд., стер.. -1 r=on-line, 438 с.: ил.
- 2) Шпольский, Э. В.. Атомная физика : учебник : в 2 т./ Э. В. Шпольский Т. 1 : Введение в атомную физику. -8-е изд., стер.. -1 r=on-line, 557, [3]: рис.
- 3) Гончарова Н. Г. Частицы и атомные ядра. Задачи с решениями и комментариями : учеб. пособие/ Н. Г. Гончарова, Б. С. Ишханов, И. М. Капитонов. -Москва: Физматлит, 2013. -1 r=on-line, 448 с.
- 4) Ахманов С. А. Статистическая радиофизика и оптика. Случайные колебания и волны в линейных системах/ С. А. Ахманов, Ю. Е. Дьяков, А. С. Чиркин. -2-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Физматлит, 2010. -1 r=on-line, 423 с.

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

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

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

Программное обеспечение обучения включает в себя:

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

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Программирование химических задач»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

Квашнин Александр Геннадьевич, д.ф.-м.н., доцент Университет ИТМО

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического
совета образовательно-научного кластера
«Институт высоких технологий»

к.ф.-м.н., доцент

Ведущий менеджер/руководитель ОПОП

ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич

Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Программирование химических задач»
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: «Программирование химических задач».

Цель дисциплины: обучение более специализированным инструментам программирования для областей химии и материаловедения, а также программированию сложных химических задач. Студенты будут изучать подходы для расчета физико-химических свойств нано- и молекулярных структур. В курс включены практические занятия, задачи которого направлены на работу с программным обеспечением USPEX, MLIP, SIESTA. Эти инструменты обеспечивают функциональность для молекулярного моделирования, манипулирования химическими структурами, моделирования молекулярной динамики и расчетов свойств материалов. Студенты получают практический опыт использования этих инструментов для решения практических химических задач и анализа химических данных.

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 осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемные ситуации, используя системный подход УК-1.2 Использует способы разработки стратегии действий по достижению цели на основе анализа проблемной ситуации	Знать: основные этапы проектировки технических систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла продукции используя химические и физические принципы, лежащие в их основе. Уметь: Разрабатывать и согласовывать техническое задание на создание методической и технологической инфраструктуры больших данных; Разрабатывает продукты, услуги и решения на основе больших данных
ОПК-2 Способен в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики	ОПК-2.1 Знает и использует методы экспериментального и теоретического исследования в области физики ОПК-2.2 Организует самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность в области физики	Владеть: навыками анализа поставленной задачи программирования химических систем, выявления проблемных мест при последующем просчете их решений, выбора наиболее подходящих методов в соответствии с выбором наиболее подходящих параметров, навыками разработки сервисов для решения химических задач на основе аналитики больших данных.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Программирование химических задач» представляет собой дисциплину базового модуля обязательной части дисциплин Б1.О.04 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Дизайн умных материалов".

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	Introduction to nanotechnology: recent development and applications	The role of dimensionality in materials science and chemistry, Recent progress and application of nanomaterials in electronics, optics, and biomedical engineering, Influence of structural inhomogeneities and external perturbations on physical and chemical properties, Types of materials separated by electronic properties: metals, semiconductors, superconductors, insulators; by chemical bonding: metallic, covalent, ionic,

2	Methods of simulations	Equation of scientific investigation (direct and inverse), General ways towards solutions of chemical tasks, Smart methods: evolutionary algorithms, neural networks, and machine learning, From accurate quantum chemical methods to large-scale simulations, Scalability of computational methods. Applicability limits, Introduction in atomistic simulations
3	Basic concepts of quantum chemistry and modern computational methods	Basics of quantum chemical computational techniques: density functional theory, Kohn-Sham equations, pseudopotentials etc., Molecular dynamics, interatomic potentials, and their fields of applications, Basics of semi-empirical methods, Electronic structure from quantum chemistry. Bohr axioms, Atomic models
4	Materials properties	Structure determines property of materials, Properties determine stability of materials: phonon density of states, phonon band structure, equations of states, Electronic and optical properties of materials, Mechanical properties of materials, difficulties and prospective, Catalytic activity of materials. Role of surface in 2D materials, crystals, and nanoparticles, Machine learning and AI-based methods for determinations of physical and chemical properties of materials
5	Introduction to computational materials discovery	Historical aspect that contributes to the development of new materials, Computational methods towards solution of global optimization problems, quantum-chemical methods, semi-empirical methods, and their applications, Applications of AI in computational discovery: materials databases, structure generations, prediction of properties, Trial-and-error method towards new materials, Role of computational methods in materials discovery
6	Technical aspects of computational materials discovery	Modern methods for computational prediction of structures of various dimensionalities, Databases of materials, types, and ways of interactions with them, Main ideas of using AI-based algorithms towards solution of materials discovery issues, Determination of stability of low-dimensional structures: 2D materials, surfaces, nanoclusters etc., Chemical potential and its role in thermodynamic stability of various systems
7	Machine learning interatomic potentials in materials science	What are the benefits of using ML potentials?, How to construct ML potential?, Why will these methods allow us to describe properties of materials in the most efficient way?, Examples of successful application of ML potentials in solutions of real problems., What is machine learning potentials?

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):

Introduction to nanotechnology: recent development and applications
Methods of simulations
Basic concepts of quantum chemistry and modern computational methods
Materials properties
Introduction to computational materials discovery
Technical aspects of computational materials discovery
Machine learning interatomic potentials in materials science

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Introduction to nanotechnology: recent development and applications - The role of dimensionality in materials science and chemistry, Recent progress and application of nanomaterials in electronics, optics, and biomedical engineering, Influence of structural inhomogeneities and external perturbations on physical and chemical properties, Types of materials separated by electronic properties: metals, semiconductors, superconductors, insulators; by chemical bonding: metallic, covalent, ionic, Introduction in nanotechnology

Methods of simulations - Equation of scientific investigation (direct and inverse), General ways towards solutions of chemical tasks, Smart methods: evolutionary algorithms, neural networks, and machine learning, From accurate quantum chemical methods to large-scale simulations, Scalability of computational methods. Applicability limits, Introduction in atomistic simulations

Basic concepts of quantum chemistry and modern computational methods - Basics of quantum chemical computational techniques: density functional theory, Kohn-Sham equations, pseudopotentials etc., Molecular dynamics, interatomic potentials, and their fields of applications, Basics of semi-empirical methods, Electronic structure from quantum chemistry. Bohr axioms, Atomic models

Materials properties - Structure determines property of materials, Properties determine stability of materials: phonon density of states, phonon band structure, equations of states, Electronic and optical properties of materials, Mechanical properties of materials, difficulties and prospective, Catalytic activity of materials. Role of surface in 2D materials, crystals, and nanoparticles, Machine learning and AI-based methods for determinations of physical and chemical properties of materials

Introduction to computational materials discovery - Historical aspect that contributes to the development of new materials, Computational methods towards solution of global optimization problems, quantum-chemical methods, semi-empirical methods, and their applications, Applications of AI in computational discovery: materials databases, structure generations, prediction of properties, Trial-and-error method towards new materials, Role of computational methods in materials discovery

Technical aspects of computational materials discovery - Modern methods for computational prediction of structures of various dimensionalities, Databases of materials, types, and ways of interactions with them, Main ideas of using AI-based algorithms towards solution of materials discovery issues, Determination of stability of low-dimensional structures: 2D materials, surfaces, nanoclusters etc., Chemical potential and its role in thermodynamic stability of various systems

Machine learning interatomic potentials in materials science - What are the benefits of using ML potentials?, How to construct ML potential?, Why will these methods allow us to describe properties of materials in the most efficient way?, Examples of successful application of ML potentials in solutions of real problems., What is machine learning potentials?

Требования к самостоятельной работе студентов

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

development and applications, Methods of simulations, Basic concepts of quantum chemistry and modern computational methods, Materials properties, Introduction to computational materials discovery, Technical aspects of computational materials discovery, Machine learning interatomic potentials in materials science

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: Introduction to nanotechnology: recent development and applications, Methods of simulations, Basic concepts of quantum chemistry and modern computational methods, Materials properties, Introduction to computational materials discovery, Technical aspects of computational materials discovery, Machine learning interatomic potentials in materials science.

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
Introduction to nanotechnology: recent development and applications	УК-1, ОПК-2	<i>Исследовательская работа</i>
Methods of simulations	УК-1, ОПК-2	<i>Исследовательская работа</i>
Basic concepts of quantum chemistry and modern computational methods	УК-1, ОПК-2	<i>Исследовательская работа</i>
Materials properties	УК-1, ОПК-2	<i>Исследовательская работа</i>
Introduction to computational materials discovery	УК-1, ОПК-2	<i>Исследовательская работа</i>
Technical aspects of computational materials discovery	УК-1, ОПК-2	<i>Исследовательская работа</i>
Machine learning interatomic potentials in materials science	УК-1, ОПК-2	<i>Исследовательская работа</i>
Introduction to nanotechnology: recent development and applications	УК-1, ОПК-2	<i>Исследовательская работа</i>
Methods of simulations	УК-1, ОПК-2	<i>Исследовательская работа</i>

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

Research work

The topics of research papers are distributed among students at the first classroom lesson in accordance with the area of their interests. The research work is carried out within the framework of the topic of the master's thesis and is counted as part of its implementation at the end of the course study. The protection of the research work is carried out in accordance with the criteria of the evaluation sheet.

Approximate research topics:

Topic 1. Simulations and description of crystal structures of bulk materials of various chemical bonding and compositions.

Topic 2. Simulations, determinations and description of features of atomic structures of low-dimensional materials, i.e. 2D materials, nanoclusters.

Topic 3. Write scripts for performing the automated simulations of mechanical properties of bulk materials with various compositions by using classical interatomic potentials, i.e. elastic tensor, bulk modulus, shear modulus.

Topic 4. Write scripts to determine the melting temperature of various solids by using molecular dynamics simulations. Comparison of obtained melting temperatures with nanoclusters of the same composition by performing corresponding simulations.

Topic 5. Write scripts to calculate thermal expansion of various bulk materials and perform a comparative analysis of linear expansion coefficient of covalent materials and metals.

Topic 6. Write scripts to calculate equation of states of several semiconducting or metal single crystals with subsequent comparison with experiments

Topic 7. Evolutionary prediction of stable crystal structure of inorganic materials, description and simulations of properties of predicted compounds

Topic 8. Evolutionary prediction of stable atomic structure of bimetallic nanoclusters with variable composition and study of their stability

Topic 9. Parsing of available materials databases to construct stability phase diagram of selected systems

Topic 10. Simulation of adsorption/desorption of various chemical agents on the surface of 2D materials, i.e. graphene, MoS₂. Calculations of transition states and energy barriers

Topic 11. Calculation of migration barriers of alkali metals on the surface and between the graphene surfaces with determination of transition state and energy barrier as a prototype of Li-ion batteries operation

Topic 12. Influence of structural defects, doping and irradiation on physical and chemical properties of 2D structures, tuning of electronic, absorption and sensing properties

Topic 13. Calculations of electronic structure and absorption spectra of organic/inorganic heterostructures based on metal porphyrin and graphene

Topic 14. Training of ML potential and estimations of the accuracy of calculations of mechanical properties of covalent materials in comparison with DFT and classical potentials

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Oral test

The oral test is carried out in the format of answers to questions. The student is asked to answer two questions: the questions are selected randomly for one question from the first and second parts of the list of questions for the test. The answer to the question should be complete, detailed, correspond to the topic of the question, contain the terms and definitions of the course attended. In case of doubt about the marking "pass", it is allowed to evaluate the answers to additional questions.

A sample list of questions / tasks for the test:

1. Born-Oppenheimer approximation
2. Describe basic methods of crystal structure prediction
3. Define the computational materials discovery
4. Why do we need AI-based algorithms for computational materials discovery
5. Types of materials, divided by chemical bonding, dimensionality, properties
6. Influence of structural inhomogeneities and external perturbations on physical and chemical properties
7. Define the equation of states of bulk materials
8. Difference between ab initio methods and classical potentials
9. Define the stress-strain relations, elastic tensor, bulks and shear moduli
10. Describe the features of using materials databases for computational materials discovery
11. How structure determines physical and chemical properties of materials?
12. Define the pseudopotential method within the density functional theory
13. Describe the main applications of machine learning interatomic potentials
14. Define the dimensions of the system
15. What is the main feature of nanostructures?
16. Why nanoparticles are desirable for biomedical application?
17. How the defects can change properties of materials (two simple examples)?
18. Applicability limits of computational methods
19. Basic concept of Bohr axioms
20. What is the main idea of DFT (in simple description)?
21. Lindemann criteria
22. How to determine the binding between two objects?
23. Types of phase transitions
24. How to estimate the stability of predicted nanostructures?
25. What is an algorithm to estimate the influence of impurities on the physical and chemical properties of nanomaterials?

Sample test ticket:

Test ticket number 1

Question 1. Born-Oppenheimer approximation

Question 2. Describe the main applications of machine learning interatomic potentials

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</i>	отлично	зачтено	86-100

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

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

Основная литература

1. Theisen K. J. Programming languages in chemistry: a review of HTML5/JavaScript //Journal of Cheminformatics. – 2019. – Т. 11. – №. 1. – С. 1-19. URL: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13321-019-0331-1>.
2. Rassokhin D. The C++ programming language in cheminformatics and computational chemistry //Journal of Cheminformatics. – 2020. – Т. 12. – №. 1. – С. 1-16. URL: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13321-020-0415-y>.
3. Lidströmer N., Ashrafian H. (ed.) Artificial Intelligence in Medicine. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2022. – 1858 p. – URL: <https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-3-030-64573-1>.

Дополнительная литература:

1. Roll I. et al. (ed.) Artificial Intelligence in Education. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2022. – 518 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-78292-4>.
2. Shortliffe E.H., Cimino J.J. (ed.) Biomedical Informatics. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2021. – 1152 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-58721-5>.
3. Mailund T. Introduction to Computational Thinking. – Berkeley, CA: Apress, 2021. – 657 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4842-7077-6>.
4. Gervasi O. et al. (ed.) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2020. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2020. – 1009 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-58820-5>.

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 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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Современные научные методы. Теория»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

к.ф.-м.н., старший научный сотрудник Центра функционализированных магнитных материалов для биомедицины и нанотехнологий Юров В.А., директор ВШ компьютерных наук и технологий Верецагин М.Д., профессор ИФМиИТ Лебле С.Б.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического совета образовательного кластера «Институт высоких технологий»

к.ф.-м.н., доцент
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич
Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Современные научные методы. Теория»
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: «Современные научные методы. Теория».

Цель дисциплины: овладение обучающимися современным математическим аппаратом для решения реальных физических задач, умения использовать новейшие математические методы и основы математического моделирования в профессиональной деятельности.

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-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Определяет и формулирует цели и задачи проекта УК-2.2 Осуществляет организацию и реализацию поставленных целей проекта	Знать: различные направления научных исследований физики (новые и старые) Уметь: выделять научную проблему и ставить конкретную физическую задачу для ее решения. Владеть: навыками создания и описания материалов, навыками работы с научной литературой на русском и английском языках
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1 Осуществляет организацию и руководство группой для достижения поставленных научных задач УК-3.2 Разрабатывает стратегию руководства группой для достижения поставленных научных задач	Знать: феноменологию физических процессов и теорий в области магнетизма, термодинамики, спектроскопии и квантовой теории. Уметь: интерпретировать полученные экспериментальные результаты в физическую теорию, описывающую конкретный наблюдаемый процесс. Владеть: навыками выделения конкретной физической теории и числа других, для описания физического процесса, наблюдаемого экспериментально.
ПК-1 Способен выполнять измерения параметров наноматериалов и наноструктур, а также планировать проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур и анализировать полученные данные	ПК-1.1 Планирует проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.2 Собирает, анализирует и	Знать: различные направления научных исследований физики (новые и старые) Уметь: выделять научную проблему и ставить конкретную физическую задачу для ее решения. Владеть: навыками создания и описания материалов, навыками работы с научной литературой на русском и английском языках

	<p>обобщает данные измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.3 Организует и контролирует процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.4 Выполняет операции настройки оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и нормативной документацией с использованием стандартных (эталонные, контрольные) образцов в соответствии с технологической инструкцией</p>	
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современные научные методы. Теория» представляет собой дисциплину по выбору Б1.В.ДВ.02.02 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Дизайн умных материалов".

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.

удиторной 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. Продвинутое методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	<i>Линейные дифференциальные уравнения 2-го порядка: основные теоремы и алгоритмы. Как решить уравнение Шредингера, используя преобразования Дарбу; Специальные функции и системы дифференциальных уравнений: модель информационной войны, модель динамики численности Коротаева и магнитные релаксации в синтетических структурах</i>
2	Тема 2. Расширенные методы решения уравнений с частными производными	<i>Основные определения и метод Фурье решения линейных дифференциальных уравнений в частных производных. Интегрируемые нелинейные уравнения в частных производных. Введение в пары Лакса: давайте превратим уравнение Шредингера в нелинейное уравнение Кортевега-де Фриза! Использование преобразования Фурье для решения нелинейных уравнений в частных производных: уравнение Веселова-Новикова и его связь с функциями Эйри..</i>
3	Тема 3. Симметрия классических и квантовых систем	<i>Конечные группы. Группа перестановок. Пространственная симметрия. Представления групп. Термы в квантовой</i>

		<i>механике и симметрия. Дискретные группы. Непрерывные группы и симметрия. Ковариантность уравнений и геометрия. Преобразования Дарбу. Специальные функции. Симметрия нелинейных уравнений.</i>
4	Тема 4. Избранные главы электромагнитной теории	<i>Введение в периодические системы. Эффективное моделирование сред с искусственным магнетизмом. Граничные эффекты в метаматериалах. Метаматериалы для магнитно-резонансной томографии. Краткое введение в нелинейную оптику. Нелинейные метаматериалы. Настраиваемые метаматериалы. Взаимодействие электромагнетизма и механики. Искусственная элетрострикция и вынужденное рассеяние Бриллюэна. Экзотические примеры метаматериалов</i>

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

Тема 1. Продвинутое методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений

Тема 2. Расширенные методы решения уравнений с частными производными

Тема 3. Симметрия классических и квантовых систем

Тема 4. Избранные главы электромагнитной теории

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1. Продвинутое методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений

Линейные дифференциальные уравнения 2-го порядка: основные теоремы и алгоритмы.

Как решить уравнение Шредингера, используя преобразования Дарбу; Специальные функции и системы дифференциальных уравнений: модель информационной войны, модель динамики численности Коротаева и магнитные релаксации в синтетическом спинвентильных структурах

Тема 2. Расширенные методы решения уравнений с частными производными

Основные определения и метод Фурье решения линейных дифференциальных уравнений в частных производных. Интегрируемые нелинейные уравнения в частных производных. Введение в пары Лакса: давайте превратим уравнение Шредингера в нелинейное уравнение Кортевега-де Фриза! Использование преобразования Фурье для решение нелинейных

уравнений в частных производных: уравнение Веселова-Новикова и его связь с функциями Эйри..

Тема 3. Симметрия классических и квантовых систем

Конечные группы. Группа перестановок. Пространственная симметрия. Представления групп. Термы в квантовой механике и симметрия. Дискретные группы. Непрерывные группы и симметрия. Ковариантность уравнений и геометрия. Преобразования Дарбу. Специальные функции. Симметрия нелинейных уравнений.

Тема 4. Избранные главы электромагнитной теории

Введение в периодические системы. Эффективное моделирование сред с искусственным магнетизмом. Граничные эффекты в метаматериалах. Метаматериалы для магнитно-резонансной томографии. Краткое введение в нелинейную оптику. Нелинейные метаматериалы. Настраиваемые метаматериалы. Взаимодействие электромагнетизма и механики. Искусственная элетрострикция и вынужденное рассеяние Бриллюэна. Экзотические примеры метаматериалов

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Продвинутые методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений Расширенные методы решения уравнений с частными производными Симметрия классических и квантовых систем Избранные главы электромагнитной теории

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: Продвинутые методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений Расширенные методы решения уравнений с частными производными Симметрия классических и квантовых систем Избранные главы электромагнитной теории

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) группо-

вые 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>Тема 1. Продвинутое методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>самостоятельная работа</i>
<i>Тема 2. Расширенные методы решения уравнений с частными производными</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>самостоятельная работа</i>
<i>Тема 3. Симметрия классических и квантовых систем</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>самостоятельная работа</i>
<i>Тема 4. Избранные главы электромагнитной теории</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>самостоятельная работа</i>

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

1. Введение в математические пакеты программ: *Maxima, Maple, Mathematica*

1. Упростить алгебраическое выражение

$$\frac{x^3+x^2-x-1}{2x^4+4x^3-4x-2} \cdot \frac{3x^3-3x^2}{x^2+8x+16}$$

2. Разложить на множители выражение:

$$3x^5+19x^4+3x^3-171x^2-270x$$

3. Вычислить значение чисел $\ln \pi$, $e^{\frac{-1}{3}}$ и константы Эйлера γ с точностью до десяти знаков после запятой

4. Определить функцию $y=|x|e^{\sqrt{x^2+1}}$ и вычислить её значение в точках

$$x=\left\{1, \frac{1}{10}, \frac{1}{100}, \dots, \frac{1}{10^{10}}\right\}$$
 при помощи оператора цикла.

2. Решение задач математического анализа с применением математических пакетов:

1. Найти пределы:

а) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt[3]{n}-\sqrt[3]{n+1}}{\sqrt{n+1}-\sqrt{n}}$;

б) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(5-n)^{20}-n^{20}-3n^{19}}{\sqrt{n^{38}+1}}$;

в) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(2n)!+(2n+2)!}{n^2 \cdot (2n)!+(2n+1)!}$;

$$г) \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{\ln 2 + \sqrt{n}}{n+3} + \frac{\sin n}{n^2} \right) ;$$

2. Найти уравнения касательной и нормали к кривой $y = \sqrt[3]{1 - \cos^3 2x}$ в точках $x=0$, $x = \frac{\pi}{6}$.

3. Вычислить интегралы:

$$а). \int \frac{2x - \sqrt{\arcsin x}}{\sqrt{1-x^2}} dx ;$$

$$б) \int \frac{\sin 2x}{e^{\cos^2 x}} dx ;$$

$$в) \int \frac{\sin^3 x}{\sqrt{\cos x}} dx ;$$

3. Исследование функций одного и нескольких переменных в математических пакетах.

1. Исследовать функцию и построить анимированный график функции $y(x)$ при значения параметра $a \in [0,1]$

$$а) y = \frac{\ln x}{\sqrt{x+a}} ;$$

$$б) y = \frac{x^2+1}{x^2-a^2} ;$$

2. Совместить на одном графике функцию $y = |x|e^{\sqrt{x^2+1}}$, её значение в точках $x = \{1, \frac{1}{10}, \frac{1}{100}, \dots, \frac{1}{10^{10}}\}$ и три её аппроксимации, построенным по этим точкам (квадратичной, экспоненциальной и интерполированной средствами математического пакета)

3. Исследовать функцию и построить график функции $z(x, y)$. Исследовать поведение графика на интервале $x \in (-1,1)$, $y \in (-1,1)$ при изменении количества опорных точек

$$z = \sin \left(\frac{1}{x+y^2} \right);$$

4. В полярной системе координат найти объем тела, ограниченного поверхностями, и построить соответствующий график:

$$x^2 + y^2 + z^2 = 4a^2, \quad x^2 + y^2 = a^2 \quad (\text{вне цилиндра})$$

4. Работа с матрицами и системами алгебраических уравнений при помощи математических пакетов.

1. Определить матрицу A , найти её определитель, обратную матрицу A^{-1} , собственные значения λ_i , собственные вектора u_i . Проверить, что полученные A^{-1} , λ_i и u_i действительно являются обратной матрицей, собственными значениями и собственными векторами матрицы A :

$$а. A_1 = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & 4 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{b. } A_2 = \begin{pmatrix} \pi & e^{-2} & 0 \\ \ln 3 & 1 & \frac{\pi}{2} \\ \sqrt{2} & e^2 & 1/\sqrt{2} \end{pmatrix}$$

2. Вычислить матрицу X из уравнения

a. $A_1 X = A_2$

b. $X A_1 = A_2$

где A_1, A_2 – матрицы, заданные в первом задании. Выполнить то же задание, переписав матричное уравнение как систему уравнений и решив её при помощи математического пакета.

3. Дана следующая сбалансированная матрица социальных счетов M_0 :

$$M_0 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Пусть известно, что вектор полных расходов на следующий год будет равен $\vec{v}^i = (2, 4, 6)$, и, соответственно (соблюдая условие баланса) вектор полных доходов $\vec{u}^i = (2, 4, 6)^T$. При помощи метода RAS найти матрицу социальных счетов на следующий год с точностью до трех знаков после запятой.

5. Решение обыкновенных линейных дифференциальных уравнений средствами математических пакетов.

1. Вычислить точное решение уравнения, описывающее ток в последовательной цепи переменного напряжения, содержащей сопротивление R , катушку индуктивности L , конденсатор емкостью C и ЭДС с напряжением $E(t)$. Построить график.

a. $E(t) = \sin(2t) - \cos(2t)$

b. $E(t) = e^{\frac{-t}{2}} \cdot \cos\left(t + \frac{\pi}{3}\right)$

c. $E(t) = \arctan(t+1)^2$

2. Построить фазовый портрет для уравнения

a. $y' = \sin(y - 2x)$

b. $y' = \frac{-1}{2}(y^2 - 1) \dot{t}$ – уравнение Абеля

3. Найти численное решение уравнения $y'' + x y' + y = \sin x$ с начальными значениями $y(0) = 0, y'(0) = a$, где параметр $a \in (-1, 1)$. Построить анимированный график решения.

6. Решение дифференциальных уравнений методом разложения по различным базисам. Преобразование Фурье

1. Найти численное решение уравнения $y'' + x y' + y = \sin x$ с начальными значениями $y(0) = 0, y'(0) = 1$ разложением в степенной ряд с точностью до третьего знака.

2. Найти точное решение уравнения в частных производных

$$\begin{cases} u_{tt} = 2u_{xx}, & 0 \leq x \leq \pi \dot{t} \\ u(0, x) = \pi x - x^2 & \dot{t} \quad \dot{t} \end{cases}$$

3. Найти решение уравнения $y' + y = \sin x$ методом преобразования Фурье.

7. Специальные функции в математических пакетах

1. Найти решение обобщенного уравнения Эйри $y^{(n)} + xy = 0$ при помощи преобразования Фурье или преобразования Лапласа.
2. Построить на одном графике значения $\{N!\}_{N=0}^5$, их интерполяции и функции $\Gamma(x+1)$. Исследовать поведение первой производной функции $\Gamma(x+1)$. Сравнить поведение $\Gamma(x)$ и функции $\left(x - \frac{1}{2}\right) \ln x - x$ для больших x .
3. Исследовать поведение модели Коротаева при замене уравнения $K' = rNK$ на $K' = rN K^\epsilon$, $\epsilon > 0$.

8.1 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Синтаксис математических пакетов Maxima, Maple и Mathematica.
2. Основные операторы пакетов Maxima, Maple и Mathematica. Задание переменных и функций.
3. Определение и вычисление предела функции в математических пакетах.
4. Нахождение и исследование экстремумов функции. Исследование особых точек функции нескольких переменных.
5. Интегрирование при помощи математических пакетов. Криволинейные интегралы.
6. Исследование числовых рядов на сходимость. Приближенное вычисление суммы сходящейся ряда.
7. Функциональные ряд: вычисление радиуса сходимости и разложение известной функции в ряд Тейлора.
8. Построение графика функции одной переменной. Использование дополнительных опций при построении графика.
9. Построение графиков нескольких функций. Построение графиков по точкам.
10. Построение анимированного графика функции, зависящего от свободного параметра. Построение графика функции нескольких переменных.
11. Построение графиков в криволинейных системах координат.
12. Задание вектора и матрицы в программных пакетах. Операции с матрицами: умножение, нахождение определителя, построение обратной матрицы, вычисление собственных значений и собственных векторов матрицы. Решение матричных уравнений.
13. Задача балансировки матрицы социальных счетов методом RAS.
14. Нахождение аналитических общих решений обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение задачи Коши. Решение граничной задачи.
15. Задачи о нахождении силы тока в цепи переменного напряжения при наличии сопротивления (равного и не равного нулю), катушки индуктивности, конденсатора и переменного ЭДС разного вида.
16. Графическое решение дифференциального уравнения при помощи построения фазового портрета.
17. Численное решение дифференциальных уравнений. Особенности применения различных методов интегрирования (метод Ньютона, метод Рунге-Кутты).
18. Численное нахождение функции Грина.
19. Задача движения тел в небесной механике.
20. Вычисление приближенного решения обыкновенного линейного дифференциального уравнения методом разложения по степенному ряду до известного знака точности.
21. Ортогональные базисы. Функции Лежандра и Эрмита.
22. Основные сведения из теории сходимости рядов Фурье.
23. Решение линейного уравнения в частных производных методом Фурье.

24. Преобразование Фурье и его приложение к решению дифференциальных уравнений в частных производных.
25. Преобразование Лапласа и его приложение к решению дифференциальных уравнений в частных производных.
26. Уравнение Шрёдингера с гармоническим осциллятором; функции Эрмита.
27. Уравнение Эйри и функции Эйри.
28. Уравнения популяционной динамики и интегральная показательная функция.
29. Теория вероятности и функция ошибок.
30. Гамма-функция и дзета-функция.
31. Уравнение Бесселя и функции Бесселя

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		неудовлетворитель-	не зачтено	Менее 55

		НО		
--	--	----	--	--

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

Основная литература

1. Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков, *Численные методы в задачах и упражнениях*. - 2-е изд., перераб. и доп.. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2013, 2015.
2. Л. Э. Эльсгольц, *Дифференциальные уравнения*. - 8-е изд.. - Москва: ЛКИ, 2014.
3. Л. Д. Кудрявцев, *Курс математического анализа* [в 3 т.]; Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т). - 6-е изд.. - М.: Юрайт, 2012

Дополнительная литература:

1. Drumi D. Vainov, Snezhana G. Hristova, *Differential Equations with Maxima*. – Chapman & Hall, 2011
2. Юрова А.А., Юров А.В. *Высшая математика и элементы аналитического пакета MAPLE* (Учебно-методическое пособие). – Калининград: БИЭФ, 2009.
3. Т.Н. Губина, Е.В. Андропова, *Решение дифференциальных уравнений в системе компьютерной математики Maxima*. – Елец: ЕГУ им И.А. Бунина, 2009
4. Н.А. Стахин, *Основы работы с системой аналитических (символьных) вычислений Maxima*. – Москва, 2008
5. В.А. Ильина, П.К. Силаев, *Система аналитических вычислений Maxima для физиков-теоретиков*. – Москва: МГУ, 2007
6. David McMahon, Daniel M. Tora, *A Beginner's Guide to Mathematica*. – Chapman & Hall, 2006
7. Derek Richards, *Advanced Mathematical Methods with Maple*. – Cambridge University Press, 2002
8. Ernic Kamberich, *A Guide to Maple*. – Springer Science, 1999

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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Современные научные методы. Эксперимент»

Шифр: 03.04.02
Направление подготовки: «Физика»
Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

Родионова В.В. – директор НОЦ Умные материалы и биомедицинские приложения, к.ф.-м.н., доцент ОНК ИВТ

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

к.ф.-м.н., доцент
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич
Моторжина Анна Владимировна

Содержание

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

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

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

Код и Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Демонстрирует знание этапов жизненного цикла проекта, методов и механизмов управления проектом на каждом из этапов УК-2.2 Использует методы и механизмы управления проектом для решения профессиональных задач	Знать: различные направления научных исследований физики (новые и старые) Уметь: выделять научную проблему и ставить конкретную физическую задачу для ее решения. Владеть: навыками создания и описания материалов, навыками работы с научной литературой на русском и английском языках
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1 Демонстрирует знание методов формирования команды и управления командной работой УК-3.2 Разрабатывает и реализует командную стратегию в групповой деятельности для достижения поставленной цели	Знать: феноменологию физических процессов и теорий в области магнетизма, термодинамики, спектроскопии и квантовой теории. Уметь: интерпретировать полученные экспериментальные результаты в физическую теорию, описывающую конкретный наблюдаемый процесс. Владеть: навыками выделения конкретной физической теории и числа других, для описания физического процесса, наблюдаемого экспериментально.
ПК-1 Способен выполнять измерения параметров наноматериалов и наноструктур, а также планировать проведение работ по измерению параметров и процессов	ПК-1.1 Планирует проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.2 Собирает, анализирует и обобщает данные измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур	Знать: различные направления научных исследований физики (новые и старые) Уметь: выделять научную проблему и ставить конкретную физическую задачу для ее решения. Владеть: навыками создания и описания материалов, навыками работы с научной литературой на русском и английском языках

модификации свойств наноматериалов и наноструктур и анализировать полученные данные	ПК-1.3 Организует и контролирует процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.4 Выполняет операции настройки оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и нормативной документацией с использованием стандартных (эталонные, контрольные) образцов в соответствии с технологической инструкцией	
-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современные научные методы. Эксперимент» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.02.01 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Дизайн умных материалов".

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>Исследование магнитных свойств тонких пленок на вибрационном магнитометре Lakeshore 7400 System.</i>	<i>Исследование магнитных свойств тонких пленок на вибрационном магнитометре Lakeshore 7400 System.</i>
2	<i>Измерение температуры Кюри порошковых образцов на основе Fe с помощью дифференциального сканирующего калориметра NETZSCH 204 F1 Phoenix.</i>	<i>Измерение температуры Кюри порошковых образцов на основе Fe с помощью дифференциального сканирующего калориметра NETZSCH 204 F1 Phoenix.</i>
3	<i>Напыление нанометровых тонких пленок на установке магнетронного напыления ORION-8-UHV (AJA International).</i>	<i>Напыление нанометровых тонких пленок на установке магнетронного напыления ORION-8-UHV (AJA International).</i>
4	<i>Исследование сплавов Гейслера с памятью формы на установке термогравиметрического анализа NETZSCH TG 209 F3 Tarsus.</i>	<i>Исследование сплавов Гейслера с памятью формы на установке термогравиметрического анализа NETZSCH TG 209 F3 Tarsus.</i>
5	<i>Исследования тонких пластин на установке для измерения магнитокалорического эффекта.</i>	<i>Исследования тонких пластин на установке для измерения магнитокалорического эффекта.</i>
6	<i>Метод малого углового вращения для измерения магнитострикции микропроводов на основе сплава FeCo.</i>	<i>Метод малого углового вращения для измерения магнитострикции микропроводов на основе сплава FeCo.</i>
7	<i>Исследование эффекта Керра в образцах ферромагнитных тонких пленок.</i>	<i>Исследование эффекта Керра в образцах ферромагнитных тонких пленок.</i>
8	<i>Технологии ионного плазменного напыления для создания микропокрытий.</i>	<i>Технологии ионного плазменного напыления для создания микропокрытий.</i>
9	<i>Исследование тонких пленок с обменным смещением на сканирующем зондовом микроскопе JSPM-4610A (JEOL, Япония).</i>	<i>Исследование тонких пленок с обменным смещением на сканирующем зондовом микроскопе JSPM-4610A (JEOL, Япония).</i>
10	<i>Устройство сканирующего электронного микроскопа JSM-6390LV (JEOL, Япония).</i>	<i>Устройство сканирующего электронного микроскопа JSM-6390LV (JEOL, Япония).</i>
11	<i>Преимущества и недостатки исследований тонких пленок на автоматизированном сканирующем зондовом микроскопе</i>	<i>Преимущества и недостатки исследований тонких пленок на автоматизированном сканирующем зондовом микроскопе</i>

	<i>довом микроскопе SmartSPM (Aist-NT, Россия).</i>	<i>SmartSPM (Aist-NT, Россия).</i>
12	<i>Виды методик проводимых экспериментов на рентгеновском дифрактометре D8 DISCOVER фирмы Bruker AXS.</i>	<i>Виды методик проводимых экспериментов на рентгеновском дифрактометре D8 DISCOVER фирмы Bruker AXS.</i>
13	<i>Опишите принцип работы на исследовательском комплексе на базе Оже-микроанализатора и энергодисперсионного рентгеноспектрального анализатора JEOL JAMP – 9500F.</i>	<i>Опишите принцип работы на исследовательском комплексе на базе Оже-микроанализатора и энергодисперсионного рентгеноспектрального анализатора JEOL JAMP – 9500F.</i>
14	<i>Спектроскопия комбинационного рассеяния. Фундаментальные основы.</i>	<i>Спектроскопия комбинационного рассеяния. Фундаментальные основы.</i>
15	<i>Анализ органических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.</i>	<i>Анализ органических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.</i>
16	<i>Анализ неорганических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.</i>	<i>Анализ неорганических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.</i>
17	<i>Микрорамановская спектроскопия.</i>	<i>Микрорамановская спектроскопия.</i>
18	<i>Идентификация неизвестного материала на Рамановском спектрометре.</i>	<i>Идентификация неизвестного материала на Рамановском спектрометре.</i>
19	<i>Определение геометрических параметров пуансона и плоской рентгеновской линзы с помощью электронного микроскопа.</i>	<i>Определение геометрических параметров пуансона и плоской рентгеновской линзы с помощью электронного микроскопа.</i>
20	<i>Определение геометрических параметров линзы с помощью оптического микроскопа.</i>	<i>Определение геометрических параметров линзы с помощью оптического микроскопа.</i>
21	<i>Анализ дисперсных систем с помощью оптического микроскопа.</i>	<i>Анализ дисперсных систем с помощью оптического микроскопа.</i>

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лабораторного типа (предусмат-

ривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

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

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

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

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

Исследования тонких пластин на установке для измерения магнитокалорического эффекта.

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

Исследование эффекта Керра в образцах ферромагнитных тонких пленок.

Технологии ионного плазменного напыления для создания микропокрытий.

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

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

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

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

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

Спектроскопия комбинационного рассеяния. Фундаментальные основы.

Анализ органических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.

Анализ неорганических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.

Микрорамановская спектроскопия.

Идентификация неизвестного материала на Рамановском спектрометре.

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

Определение геометрических параметров линзы с помощью оптического микроскопа.

Анализ дисперсных систем с помощью оптического микроскопа.

Форма отчета по выполнению лабораторной работы

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

**IMMANUEL KANT BALTIC FEDERAL UNIVERSITY
INSTITUTE OF PHYSICS, MATHEMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGY**

HIGH SCHOOL OF INTERDISCIPLINARY RESEARCH AND ENGINEERING

Lab Report

course “Advanced scientific methods. Experiment”

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

Natalia Perova

Elena Kozenkova

1st year of study

PHD student, Sergey Shevyrtalov

Credited _____

Kaliningrad

2023

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

THEORETICAL BACKGROUND

PROCEDURE

RESULTS: Experimental data, calculations.

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

CONCLUSIONS

REFERENCES

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

зуемой 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 раз-

личных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Исследование магнитных свойств тонких пленок на вибрационном магнитометре Lakeshore 7400 System.</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Измерение температуры Кюри порошковых образцов на основе Fe с помощью дифференциального сканирующего калориметра NETZSCH 204 F1 Phoenix.</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Напыление нанометровых тонких пленок на установке магнетронного напыления ORION-8-UHV (AJA International).</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Исследование сплавов Гейслера с памятью формы на установке термогравиметрического анализа NETZSCH TG 209 F3 Tarsus.</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Исследования тонких пластин на установке для измерения магнитокалорического эффекта.</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Метод малого углового вращения для измерения магнитострикции микропроводов на основе сплава FeCo.</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Исследование эффекта Керра в образцах ферромагнитных тонких пленок.</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Технологии ионного плазменного напыления для создания микропокрытий.</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Исследование тонких пленок с обменным смещением на сканирующем зондовом микроскопе JSPM-4610A (JEOL,</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Япония).</i>		
<i>Устройство сканирующего электронного микроскопа JSM-6390LV (JEOL, Япония).</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Преимущества и недостатки исследований тонких пленок на автоматизированном сканирующем зондовом микроскопе SmartSPM (Aist-NT, Россия).</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Виды методик проводимых экспериментов на рентгеновском дифрактометре D8 DISCOVER фирмы Bruker AXS.</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Опишите принцип работы на исследовательском комплексе на базе Оже-микроанализатора и энергодисперсионного рентгеноспектрального анализатора JEOL JAMP – 9500F.</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Спектроскопия комбинационного рассеяния. Фундаментальные основы.</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Анализ органических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Анализ неорганических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.</i>	УК-2, УК-3, ПК-1	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Микрорамановская спектроскопия.</i>	ПКС-2	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Идентификация неизвестного материала на Рамановском спектрометре.</i>	УК-3	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Определение геометрических параметров пуансона и плос-</i>	УК-2	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>кой рентгеновской линзы с помощью электронного микроскопа.</i>		
<i>Определение геометрических параметров линзы с помощью оптического микроскопа.</i>	М	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Анализ дисперсных систем с помощью оптического микроскопа.</i>	УК-3	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

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

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

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

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

Экспериментальная часть лабораторных работ:

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

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

Тема 2. Измерение температуры Кюри порошковых образцов на ос-нове Fe с помощью дифференциального сканирующего калориметра.

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

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

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

Экспериментальная часть лабораторных работ:

- *Изучение фазовых переходов 1 и 2 рода методом дифференциальной сканирующей калориметрии.*
- *Изучение процессов кристаллизации аморфных сплавов методом дифференциаль-*

ной сканирующей калориметрии.

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

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

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

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

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

Экспериментальная часть лабораторных работ:

– *Изучение физических процессов, происходящих при отжиге твердотельных образцов.*

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

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

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

Ключевые термины и понятия: магнитокалорика, температура, термосопротивление.

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

Экспериментальная часть лабораторных работ:

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

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

Тема 5. Метод малого углового вращения для измерения магнито-стрикции микропроводов на основе сплава FeCo.

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

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

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

Экспериментальная часть лабораторных работ:

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

– *Вспомогательные средства: установка измерения эффекта магнито-стрикции; набор пинцетов.*

Тема 6. Анализ органических соединений с помощью комбинационной рамановской

спектроскопии.

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

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

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

Экспериментальная часть лабораторных работ:

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

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

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

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

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

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

Экспериментальная часть лабораторных работ:

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

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

8.1 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

- 1. Исследование магнитных свойств тонких пленок на вибрационном магнитометре Lakeshore 7400 System.*
- 2. Измерение температуры Кюри порошковых образцов на основе Fe с помощью дифференциального сканирующего калориметра NETZSCH 204 F1 Phoenix.*
- 3. Напыление нанометровых тонких пленок на установке магнетронного напыления ORION-8-UHV (AJA International).*
- 4. Исследование сплавов Гейслера с памятью формы на установке термогравиметрического анализа NETZSCH TG 209 F3 Tarsus.*
- 5. Исследования тонких пластин на установке для измерения магнитокалорического эффекта.*
- 6. Метод малого углового вращения для измерения магнитострикции микропроводов на основе сплава FeCo.*
- 7. Исследование эффекта Керра в образцах ферромагнитных тонких пленок.*
- 8. Технологии ионного плазменного напыления для создания микропокрытий.*
- 9. Исследование тонких пленок с обменным смещением на сканирующем зондовом микроскопе JSPM-4610A (JEOL, Япония).*
- 10. Устройство сканирующего электронного микроскопа JSM-6390LV (JEOL, Япония).*

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

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

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

	стоятельности и инициативы	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) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спириин Кн. 1 : Механика. -351, [3] о=эл. опт. диск (CD-ROM)
- 2) 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.

Дополнительная литература:

- 1) Советов Б. Я. Моделирование систем : учеб. для акад. бакалавриата/ Б.Я. Советов, С.А. Яковлев; С.-Петербург. гос. электротехн. ун-т. -7-е изд. -Москва: Юрайт, 2015. -1 о=эл. опт. диск (DVD-ROM), 343 с.: ил.

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

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС 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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологическое предпринимательство»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

Лисевич А.В., маркетолог НОЦ «Умные материалы и биомедицинские приложения» БФУ им. И.Канта.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

к.ф.-м.н., доцент

Ведущий менеджер/руководитель ОПОП ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич

Моторжина Анна Владимировна

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-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Определяет и формулирует цели и задачи проекта УК-2.2 Осуществляет организацию и реализацию поставленных целей проекта	Знать: жизненный цикл инновационного проекта Уметь: выделять научную и экономическую проблему и ставить конкретную задачу для ее решения. Владеть: навыками создания и описания проектной идеи, навыками работы с научной литературой на русском и английском языках
ОПК-4. Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности	ОПК-4.1 Анализирует различную информацию в своей предметной области ОПК-4.2-Использует результаты научных исследований для генерации инновационных идей, востребованных на рынках НТИ	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.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технологическое предпринимательство» представляет собой дисциплину базового модуля обязательной части дисциплин Б1.О.05 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 «Физика», магистерская программа «Дизайн умных материалов».

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 НИИ, 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, венчур-</i>

		<i>ные 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, Kanban. 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 выяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и 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-2, ОПК-4	<i>Коллоквиум</i>
<i>Генерация идей инновационных продуктов; этапы прикладной разработки инновационного продукта.</i>	УК-2, ОПК-4	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Научная идея инновационного продукта: НИР, ОКР, НИОКР;</i>	УК-2, ОПК-4	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Инструменты финансирования инновационных проектов и институты поддержки технологических предпринимателей.</i>	УК-2, ОПК-4	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Команда инновационного проекта.</i>	УК-2, ОПК-4	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Бизнес – модель, модель монетизации и бизнес-план инновационного проекта.</i>	УК-2, ОПК-4	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Маркетинговая стратегия инновационного проекта.</i>	УК-2, ОПК-4	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Охрана интеллектуальной собственности.</i>	УК-2, ОПК-4	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Презентация инновационного проекта.</i>	УК-2, 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).

8.1 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 трекин 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	Содержатель-	Основные признаки вы-	Пятибалль-	Двух-	БРС, %
--------	--------------	-----------------------	------------	-------	--------

	ное описание уровня	деления уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	ная шкала (академическая) оценка	балльная шкала, зачет	освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает низший 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 низший 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. А.Остервальдер, И.Пинье - Построение бизнес-моделей: Настольная книга стратега и новатора - Альпина Паблишер - 2013 - ISBN: 9785961423457 - Текст электронный - URL: <https://hse.alpinadigital.ru/book/351>

2. Алексеев А. А. - ИННОВАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ 2-е изд., пер. и доп. Учебник и практикум для вузов - М.:Издательство Юрайт - 2020 - 259с. - ISBN: 978-5-534-03166-9 - Текст электронный // ЭБС ЮРАЙТ - URL: <https://urait.ru/book/innovacionnyy-menedzhment-450544>

3. *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>*

4. *Найти идею: Введение в ТРИЗ - теорию решения изобретательских задач / Альтшуллер 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>*

5. *Построение бизнес-моделей: Настольная книга стратега и новатора / Остервальдер А., Пинье И., - 2-е изд. - М.: Альпина Пабли., 2016. - 288 с.: ISBN 978-5-9614-1844-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/916078>*

6. *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 Пабли., 2016. - 312 с.: ISBN 978-5-9614-4907-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/923404>*

7. *Стартап: Настольная книга основателя / Бланк С.М., Дорф Б., - 3-е изд. - М.: Альпина Пабли., 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).*

(n) 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 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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Избранные главы физики твердого тела»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

д.ф.-м.н. Дорохин М.В., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, Россия

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

к.ф.-м.н., доцент
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич
Моторжина Анна Владимировна

Содержание

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

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

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

Код и содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	ОПК-1.1 Знает и использует фундаментальные физические и математические законы, методы накопления, передачи и обработки информации ОПК-1.2 Применяет физические законы для решения задач профессиональной деятельности ОПК-1.3 Демонстрирует навыки теоретического и экспериментального исследования, а также представления информации относительно объектов профессиональной деятельности ОПК-1.4 Проводит поиск и обработку информации, необходимой для организации учебных занятий и подготовки методических пособий	Знать: Знание методов анализа и контроля функциональных материалов и систем; Уметь: Умение проводить исследования и разработки в области физики и технологии функциональных материалов; Владеть: Владение опытом использования методов синтеза, анализа и контроля функциональных материалов, и проведения исследований и разработок в области функциональных материалов.
ОПК-2 Способен выполнять измерения параметров наноматериалов и наноструктур, а также оформлять протоколы результатов измерений в соответствии с технологической документацией и инструкциями по эксплуатации оборудования	ОПК-2.1 Знает и использует методы экспериментального и теоретического исследования в области физики ОПК-2.2. Организует самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность в области физики	Знать: законы и методы современной физики твердого тела, научить использовать эти знания для решения задач, возникающих перед специалистами-материаловедами. Уметь: описывать сложные явления, протекающие в твердотельных материалах на языке физического материаловедения.

		Владеть: навыками анализа многофакторных экспериментальных результатов, получаемых при исследовании сложных физических процессов.
ПК-1 Способен выполнять измерения параметров наноматериалов и наноструктур, а также планировать проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур и анализировать полученные данные	ПК-1.1 Планирует проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.2 Собирает, анализирует и обобщает данные измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.3 Организует и контролирует процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.4 Выполняет операции настройки оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и нормативной документацией с использованием стандартных (эталонные, контрольные) образцов в соответствии с технологической инструкцией	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • Инновационные принципы подхода «снизу-вверх» создания неорганических наноструктур • Инновационные принципы подходов «сверху вниз» для проектирования трех-, двух- и одномерных наноструктур • Экспериментальные методы изготовления наноструктур • Эволюция структурных, оптических, электрических, механических и магнитных свойств при переходе от массивных материалов к наноструктурам. • Примеры применения наноструктур. • Специальные вопросы, связанные с иерархичностью строения наносистем Уметь: Проектировать экспериментов по производству различных наноразмерных материалов. Владеть: навыком выбора наилучшей техники для определения структуры, состава и физических свойств материала.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Избранные главы физики твердого тела» представляет собой дисциплину базовой части обязательного блока дисциплин Б1.О.06 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Дизайн умных материалов".

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>Введение. Основные термины и определения предмета «Функциональные материалы»</i>	<i>Определение термина «функциональные материалы». Ключевые понятия термина «функциональные материалы». Классификации функциональных материалов по принципу их применения. Свойства материалов. Воздействия и реакции. Электрические, магнитные, тепловые и упругие свойства. Взаимосвязь между свойствами. Треугольники взаимосвязей.</i>
2	<i>Электрические свойства материалов. Применение электрических свойств</i>	<i>Электрические свойства материалов. Реакция материалов на электрическое поле: металлы диэлектрики и полупроводники. Поляризация диэлектриков. Неполлярные, полярные, ионные диэлектрики. Сегнетоэлектрики. Свойства сегнетоэлектриков. Макроскопические механизмы сегнетоэлектрического эффекта. Титанат баррия. Спонтанная поляризация. Применение диэлектриков:</i>

		конденсаторы, оптические преобразователи. Применение сегнетоэлектрических материалов. Вариконды, элементы памяти.
3	Магнитные свойства материалов. Применение магнитных свойств	Магнитный момент и намагниченность. Магнитные квантовые числа в квантовой механике: спин и момент количества движения. Магнитный момент твердотельных материалов. Материалы во внешнем магнитном поле. Диамагнетика, парамагнетика и ферромагнетика. Природа диамагнетизма. Природа парамагнетизма. Природа ферромагнетизма, спонтанная намагниченность. Точка Кюри. Применение ферромагнетиков. Спинтроника. Антиферромагнетика и ферримагнетика.
4	Тепловые и упругие свойства материалов. Применение	Тепловые свойства материалов. Теплопроводность. Температуропроводность. Теплоёмкость. Основное уравнение теплопроводности. Уравнение теплопроводности в интегральном и дифференциальном виде. Примеры граничных условий для решения уравнений теплопроводности. Упругие свойства материалов. Деформации. Тензор напряжений. Связь между деформациями и напряжениями. Закон Гука. Сегнетоэластики. Микроскопическая природа сегнетоэластического эффекта. Общие закономерности электрического, магнитного и упругого упорядочения твёрдых тел. Применение сегнетоэластиков.
5	Магнитоэлектрические эффекты в твердотельных материалах. Применение магнитоэлектрических эффектов	Магнитоэлектрический эффект. Основные количественные соотношения и микроскопический механизм явления. Симметрия кристаллов и магнитоэлектрический эффект. Микроскопические механизмы явления. Сегнетомагнитный эффект. Понятие о мультиферроиках. Сегнетомагнетика первого и второго рода. Применение магнитоэлектрического эффекта. Применение сегнетомагнетиков. Эффект Холла.
6	Магнитоупругие явления. Применение магнитоупругих явлений.	Явление магнитострикции. Магнитострикция парапроцесса. Спонтанная магнитострикция. Микроскопические механизмы магнитострикции. Дипольная магнитострикция. Обменная магнитострикция. Одноионная магнитострикция. Описание спонтанной

		магнитоупругий эффект. Магнитоупругий эффект в области технического намагничивания. Магнитоупругий эффект парапроцесса. Механострикция. Аномалия модуля упругости, обусловленная механострикцией парапроцесса. Пьезомагнетизм. Применение магнитоупругих явлений. Источники звука. Фильтры, линии задержки. Датчики и механизмы перемещений.
7	Электромеханические явления. Применение электромеханических явлений	Электромеханические явления. Эффект электрострикции. Упругие напряжения в эффекте электрострикции. Прямой и обратный пьезоэлектрические эффекты. Микроскопические механизмы пьезоэффекта. Тензорезистивный эффект (пьезорезистивный эффект). Применение пьезоэлектрических материалов. Электрические фильтры, генераторы электрических сигналов. Кварцевый генератор. Пьезоэлектрические сенсоры и датчики. Пьезоэлектрические актюаторы. Пьезотрансформаторы.
8	Термоэлектрические явления. Применение термоэлектрических явлений.	Эффект Зеебека. Эффект Пелтье. Механизмы эффекта Зеебека. Основные количественные характеристики эффекта Зеебека. Эффект Зеебека в металлах, диэлектриках и полупроводниках. Эффект Зеебека и тип проводимости материала. Применение эффекта Зеебека: источники питания. Основные характеристики источников питания на эффекте Зеебека. Термоэлектрическая добротность. Пути повышения термоэлектрической добротности. Измерение коэффициента Зеебека.
9	Магнитотепловые явления. Применение магнитотепловых явлений.	Термомагнитные явления. Магнитокалорический эффект. Механизмы магнитокалорического эффекта. Основные энергетические соотношения. Применение магнитокалорического эффекта. Магнитное охлаждение. Цикл Карно и цикл Стирлинга. Пиромагнитный эффект.
10	Эластокалорические и мультикалорические эффекты	Температурные напряжения. Термоупругий эффект. Эластокалорический эффект. Основные различия эластокалорического и термоупругого эффектов. Эластокалорический эффект на основе фазовых превращений мартен-

		<i>сит/аустенит. Эластокалорический эффект на основе магнитострикционного фазового перехода. Эластокалорический эффект на основе сегнетоэластических материалов. Концепция мультикалорического эффекта.</i>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

Введение. Основные термины и определения предмета «Функциональные материалы»

Электрические свойства материалов. Применение электрических свойств

Магнитные свойства материалов. Применение магнитных свойств

Тепловые и упругие свойства материалов. Применение

Магнитоэлектрические эффекты в твердотельных материалах. Применение

магнитоэлектрических эффектов

Магнитоупругие явления. Применение магнитоупругих явлений.

Электромеханические явления. Применение электромеханических явлений

Термоэлектрические явления. Применение термоэлектрических явлений.

Магнитотепловые явления. Применение магнитотепловых явлений.

Эластокалорические и мультикалорические эффекты

Рекомендуемая тематика практических занятий:

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

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

Тема 2: Электрические свойства материалов. Применение электрических свойств.

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

Тема 3: Магнитные свойства материалов. Применение магнитных свойств.

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

Тема 4: Тепловые и упругие свойства материалов. Применение.

Тепловые свойства материалов. Теплопроводность. Температуропроводность.

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

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

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

Тема 6: Магнитоупругие явления. Применение магнитоупругих явлений.

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

Тема 7: Электромеханические явления. Применение электромеханических явлений.

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

Тема 8: Термоэлектрические явления. Применение термоэлектрических явлений.

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

Тема 9: Магнитотепловые явления. Применение магнитотепловых явлений.

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

Тема 10. Эластокалорические и мультикалорические эффекты

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

Требования к самостоятельной работе студентов

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

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

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 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
1. Введение. Основные термины и определения предмета «Функциональные материалы»	ОПК-1, ОПК-2	самостоятельная работа
2. Электрические свойства материалов. Применение электрических свойств	ОПК-1, ОПК-2	самостоятельная работа
3. Магнитные свойства материалов. Применение магнитных свойств	ОПК-1, ОПК-2	самостоятельная работа
4. Тепловые и упругие свойства материалов. Применение	ОПК-1, ОПК-2	тест
5. Магнитоэлектрические	ОПК-1, ОПК-	самостоятельная работа

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>эффекты в твердотельных материалах. Применение магнитоэлектрических эффектов.</i>	2	
<i>6. Магнитоупругие явления. Применение магнитоупругих явлений</i>	<i>ОПК-1, ОПК-2</i>	<i>контрольная работа</i>
<i>7. Электромеханические явления. Применение электромеханических явлений.</i>	<i>ОПК-1, ОПК-2</i>	<i>самостоятельная работа</i>
<i>8.Термоэлектрические явления. Применение термоэлектрических явлений.</i>	<i>ОПК-1, ОПК-2</i>	<i>контрольная работа</i>

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

Вариант теста	Вопрос	Варианты ответов	Прав. ответ	Сложность
SingleSelection	Природа магнитоэлектрического эффекта заключается	<ul style="list-style-type: none"> В обменном взаимодействии; В сложном кристаллическом устройстве ионных кристаллов; В деформации решётки; Уравнения Максвелла; В наличие магнитного момента в диэлектриках; 	2	1
SingleSelection	Два основных требования к кристаллам для наблюдения в них магнитоэлектрического эффекта	<ul style="list-style-type: none"> Ферромагнетик, проводник Ферромагнетик, диэлектрик Антиферромагнетик, без центра инверсии Диэлектрик, кубический кристалл; Антиферромагнетик, диэлектрик, . 	1	1
SingleSelection	Одноионный механизм магнитострикции - это	<ul style="list-style-type: none"> изменение обменной энергии решётки изменение магнитного дипольного взаимодействия ионов в решётке; Влияние спин-орбитального взаимодействия на параметр решётки; Действие локального электрического поля ионов примеси; Взаимодействие электронного облака с кристаллическим полем 	5	1

SingleSelection	Термоэдс это	Напряжение на термоэлементе;	3	1
		Напряжение короткого замыкания на термоэлементе;		
		Работа тепловых сил по перемещению зарядов;		
		Заряд на концах термоэлектрика;		
		Эдс, которая подаётся на термоэлектрик.		
SingleSelection	Самое распространённое применение пьезоэлектрического кварца	Фильтры;	4	1
		Элементы перемещений;		
		Тензорезисторы;		
		Генераторы тактовых импульсов;		
		Трансформаторы.		
SingleSelection	Электрокалорический эффект это	Генерация тепла под действием электрического поля;	2	1
		Изменение температуры диэлектрика при поляризации/деполяризации;		
		Генерация напряжения под действием температуры;		
		Изменение температуры диэлектрика под действием электрического поля;		
		Аномалии теплового расширения сегнетоэлектриков		
SingleSelection	Фундаментальной основой любого калорического эффекта является:	Закон сохранения энергии;	3	1
		Закон сохранения энергии в замкнутой системе;		
		Закон сохранения энтропии в замкнутой системе;		
		Закон сохранения энтропии;		
		Закон сохранения вещества.		

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

- 1) Определение термина «функциональные материалы». Ключевые понятия термина «функциональные материалы». Классификации функциональных материалов по принципу их применения.
- 2) Свойства материалов. Воздействия и реакции. Электрические, магнитные, тепловые и упругие свойства. Взаимосвязь между свойствами. Треугольники взаимосвязей.
- 3) Электрические свойства материалов. Реакция материалов на электрическое поле: металлы диэлектрики и полупроводники. Поляризация диэлектриков. неполярные, полярные, ионные диэлектрики.
- 4) Сегнетоэлектрики. Свойства сегнетоэлектриков. Макроскопические механизмы сегнетоэлектрического эффекта. Титанат барриера. Спонтанная поляризация. Применение

- ние диэлектриков: конденсаторы, оптические преобразователи. Применение сегнетоэлектрических материалов. Вариконды, элементы памяти.
- 5) Магнитный момент и намагниченность. Магнитные квантовые числа в квантовой механике: спин и момент количества движения. Магнитный момент твердотельных материалов. Материалы во внешнем магнитном поле. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Природа диамагнетизма. Природа парамагнетизма.
 - 6) Природа ферромагнетизма, спонтанная намагниченность. Точка Кюри. Применение ферромагнетиков. Спинтроника. Антиферромагнетики и ферримагнетики.
 - 7) Тепловые свойства материалов. Теплопроводность. Температуропроводность. Теплоёмкость. Основное уравнение теплопроводности. Уравнение теплопроводности в интегральном и дифференциальном виде. Примеры граничных условий для решения уравнений теплопроводности. Упругие свойства материалов.
 - 8) Деформации. Тензор напряжений. Связь между деформациями и напряжениями. Закон Гука. Сегнетоэластики. Микроскопическая природа сегнетоэластического эффекта. Общие закономерности электрического, магнитного и упругого упорядочения твёрдых тел. Применение сегнетоэластиков.
 - 9) Магнитоэлектрический эффект. Основные количественные соотношения и микроскопический механизм явления. Симметрия кристаллов и магнитоэлектрический эффект. Микроскопические механизмы явления.
 - 10) Сегнетомагнитный эффект. Понятие о мультиферроиках. Сегнетомагнетики первого и второго рода. Применение магнитоэлектрического эффекта. Применение сегнетомагнетиков.
 - 11) Явление магнитострикции. Магнитострикция парапроцесса. Спонтанная магнитострикция. Микроскопические механизмы магнитострикции. Дипольная магнитострикция. Обменная магнитострикция. Одноионная магнитострикция. Описание спонтанной магнитострикции. Фазовые переходы первого и второго рода.
 - 12) Магнитоупругий эффект. Магнитоупругий эффект в области технического намагничивания. Магнитоупругий эффект парапроцесса. Механострикция. Аномалия модуля упругости, обусловленная механострикцией парапроцесса. Пьезомагнетизм.
 - 13) Применение магнитострикционных явлений. Источники звука. Фильтры, линии задержки. Датчики и механизмы перемещений.
 - 14) Электромеханические явления. Эффект электрострикции. Упругие напряжения в эффекте электрострикции. Прямой и обратный пьезоэлектрические эффекты. Микроскопические механизмы пьезоэффекта. Тензорезистивный эффект (пьезорезистивный эффект).
 - 15) Применение пьезоэлектрических материалов. Электрические фильтры, генераторы электрических сигналов. Кварцевый генератор. Пьезоэлектрические сенсоры и датчики. Пьезоэлектрические актюаторы. Пьезотрансформаторы.
 - 16) Эффект Зеебека. Эффект Пелтье. Механизмы эффекта Зеебека. Основные количественные характеристики эффекта Зеебека. Эффект Зеебека в металлах, диэлектриках и полупроводниках. Эффект Зеебека и тип проводимости материала.
 - 17) Применение эффекта Зеебека: источники питания. Основные характеристики источников питания на эффекте Зеебека. Термоэлектрическая добротность. Пути повышения термоэлектрической добротности. Измерение коэффициента Зеебека.
 - 18) Термомагнитные явления. Магнитокалорический эффект. Механизмы магнитокалорического эффекта. Основные энергетические соотношения. Применение магнитокалорического эффекта. Магнитное охлаждение. Цикл Карно и цикл Стирлинга. Пиромагнитный эффект.

- 19) Температурные напряжения. Термоупругий эффект. Эластокалорический эффект. Основные различия эластокалорического и термоупругого эффектов. Эластокалорический эффект на основе фазовых превращений мартенсит/аустенит.
- 20) Эластокалорический эффект на основе магнитострикционного фазового перехода. Эластокалорический эффект на основе сегнетоэластических материалов. Концепция мультикалорического эффекта.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и 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) Шаскольская, М.П. Кристаллография // М. Высш.школа. - 1984. – 375 С. [3 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].
- 2) Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.8 Электродинамика сплошных сред. // М. Наука. 1992. 661 С. [более 5 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].
- 3) Д.В. Сивухин / Общий курс физики. Электричество. // М. Наука. 1983. 687 С. [более 5 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].
- 4) С.Г. Калашиников / Электричество // М. Наука. 1985. 586 С. [более 5 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].
- 5) П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов / Физика твёрдого тела // М. ВШ. - 1985. – 384 С. [более 5 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].
- 6) Коротких А.Г. Теплопроводность материалов. Учебное пособие. ТПУ. 2011. 97 С. [доступно в электронном виде с серверов ННГУ по электронному адресу http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/s/STZIBULSKY/academic/Tab2/Теплопроводность_mat.pdf].
- 7) Магнитоэлектрические материалы и мультиферроики / А.П. Пятаков, А.К. Звездин // Успехи физических наук. 2012. Т.182. С.593–620. [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу <http://ufn.ru/ru/articles/2012/6/b/>].
- 8) Эффект Холла / Д.А. Павлов, С.М. Планкина, А.В. Кудрин // Практикум. Изд. ННГУ. 2013. 24 С. [http://www.unn.ru/books/met_files/Hall%20Effect.pdf].
- 9) Гигантская магнитострикция / К.П. Белов, Г.И. Катаев, Р.З. Левитин, С.А. Никитин, В.И. Соколов // Успехи физических наук. 1983. Т.140, вып.2. С.271-312. [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу <http://ufn.ru/ru/articles/1983/6/c/>].
- 10) Спонтанная и индуцированная внешним магнитным полем магнитострикция в многокомпонентных сплава на основе RCo₂ / Г.А. Политова, В.Б. Чжан, И.С. Терёшина, Г.С. Бурханов, А.А. Манаков, О.А. Алексеева, А.В. Филимонов, А.С. Илюшин // Физика твёрдого тела. 2015. Т.57, вып.2. С.2345-2349. [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу <http://journals.ioffe.ru/articles/viewPDF/42487>].
- 11) Ф. Иона, Д. Ширане Сегнетоэлектрические кристаллы М. 1965. 555 С. [3 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].
- 12) Сегнетоэластики – новый класс кристаллических твёрдых тел / С.А. Гриднев // Соросовский образовательный журнал. Физика. 2000. Т.6, вып.8. С.100-107. [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу http://www.pereplet.ru/nauka/Soros/pdf/0008_100.pdf].
- 13) С.А. Гриднев Сегнетоэластические кристаллы. Основные свойства, влияние дефектов. Книги портала РФФИ. 2002. [доступно в электронном виде с серверов ННГУ по электронному адресу http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_15220].
- 14) Термомагнитные и термоэлектрические явления в науке и технике / С.А. Алиев, Э.И. Зульфигаров // Монография – Баку, «Элм», 2009, 325 С. [доступно в электронном виде с серверов ННГУ по электронному адресу http://anl.az/el_ru/a/as_ttynt.pdf].

Дополнительная литература:

- 1) Шаскольская М.П. Кристаллография // М. Высш.шк. 1984. - 376 С. [более 5 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].
- 2) Статьи об определении термина «Функциональные материалы» [<http://old.fnm.msu.ru/documents/16/1intro.pdf>; www.nsu.ru/rs/mw/link/Media:/5618/kach.ppt; <http://www.imperial.ac.uk/materials/research/functional/>; www.miics.net/archive/getfile.php?file=114]
- 3) Аваев, Н.А., Наумов Ю.Е., Фролкин В.Т. Основы микроэлектроники, М. Радио и Связь. 1991 г. 288 С. [2 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].

- 4) Обзорные статьи по сегнетоэлектрическим материалам [http://dssp.petrso.ru/tutorial/fit/Part8/part8_6.htm ; <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=38442> ; <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/690589>]
- 5) *Revival of the magnetoelectric effect* / M. Fiebig // *J. Phys D. Appl. Phys.* - 2005. - V.38. - P.R123-R152. – Возрождение магнитоэлектрического эффекта [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0022-3727/38/8/R01/meta>].
- 6) *Магнетизм* / С.В. Вонсовский // *М. Наука.* - 1971. - 1032 С. [2 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].
- 7) *Основы спинтроники* / Ю.А. Данилов, Е.С. Демидов, А.А. Ежевский // *Н. Новгород, изд. ННГУ.* - 2009. - 173 С. (электронное издание, http://www.unn.ru/books/met_files/spintronik.pdf)
- 8) *Trend: Classifying multiferroics: Mechanisms and effects* / D. Lhomskii // *Physics.* 2009. V.2. P.20. [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу <https://physics.aps.org/articles/pdf/10.1103/Physics.2.20>].
- 9) *Особенности магнитных, магнитоэлектрических и магнитоупругих свойств ферробората самария $SmFe_3(BO_3)_4$* / Ю.Ф. Попов, А.П. Пятаков, А.М. Кадомцева, Г.П. Воробьев, А.К. Звездин, А.А. Мухин, В.Ю. Иванов, И.А. Гудим // *Журнал экспериментальной и теоретической физики.* 2010. Т.138, вып.2(8). С.226-230. [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/dn/r_138_226.pdf].
- 10) *Магнитострикция редкоземельных металлов, в парамагнитном, антиферромагнитном и ферромагнитном состояниях* / К.П. Белов и др. / *ЖЭТФ.* - 1965. - Т.49, вып.6. - С.1733-1740. [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/dn/e_022_06_1185.pdf].
- 11) *Н.П. Гражданкина / Магнитные фазовые переходы* // *УФН.* - 1965. - Т.96, вып.2. - С.291-325. [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу <http://ufn.ru/ru/articles/1968/10/d/>].
- 12) *О проявлении пиромагнитного эффекта в ферромагнетиках со слабой подрешёткой* / К.П. Белов // *Успехи физических наук.* 2000. Т.170, вып.4. С.447–454. [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу https://ufn.ru/ufn00/ufn00_4/Russian/r004e.pdf].
- 13) *Кварцевые резонаторы. Описание задач спецпрактикума.* А.А. Белов, А.В. Степанов. М. МГУ. 2012. [доступно в электронном виде с серверов ННГУ по электронному адресу <http://www.osc.phys.msu.ru/mediawiki/upload/9/99/KRR.pdf>].
- 14) *Магнитокалорический эффект в магнитоупорядоченных кристаллах. Состояние проблемы и перспективы технических приложений* / Е.В. Бабкин // *Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева.* 2007. С.31-34. [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу <https://cyberleninka.ru/article/v/magnitokaloricheskiy-effekt-v-magnitouporядochennyh-kristallah-sostoyanie-problemy-i-perspektivy-tehnicheskikh-prilozheniy>].

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

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС 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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физическая химия наночастиц»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

PhD Др. Давидэ Пэддис, Институт структуры материалов национального научного совета Италии, Рим, Италия (Institute of Structure of Matter National Research Council (CNR), Rome, Italy)

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»
к.ф.-м.н., доцент
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич
Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Физическая химия наночастиц»
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: «Физическая химия наночастиц».

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

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

Код компетенции Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемные ситуации, используя системный подход УК-1.2 Использует способы разработки стратегии действий по достижению цели на основе анализа проблемной ситуации	Студент, изучивший данный курс, должен знать: - особенности физических и химических свойств магнитных наноматериалов; - основные законы и принципы химии твердого тела; - фундаментальные принципы и законы магнитных процессов в твердых телах и тонких пленках; - особенности эффекта конечного размера в магнитных наноматериалах; - особенности супермагнетизма; - особенности магнитных процессов в тонких пленках; - основные методы синтеза магнитных наноматериалов; - методы функционализации магнитных материалов. Студент должен уметь: - определять особенности магнитных процессов в твердых телах и тонких пленках; Студент должен владеть навыками - основных методов синтеза магнитных наноматериалов.
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для	УК-4.1 Редактирует, составляет и переводит различные академические тексты в том числе на иностранном(ых) языке(ах) УК-4.2 Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на публичных	Студент, изучивший данный курс, должен знать: - особенности физических и химических свойств магнитных наноматериалов; - основные законы и принципы химии твердого тела; - фундаментальные принципы и законы магнитных процессов в

<p>академического и профессионального взаимодействия</p>	<p>мероприятиях, включая международные, в том числе на иностранном(ых) языке(ах)</p>	<p>твердых телах и тонких пленках; - особенности эффекта конечного размера в магнитных наноматериалах; - особенности супермагнетизма; - особенности магнитных процессов в тонких пленках; - основные методы методы синтеза магнитных наноматериалов; - методы функционализации магнитных материалов. Студент должен уметь: - характеризовать особенности физических и химических свойств магнитных наноматериалов; - определять особенности магнитных процессов в твердых телах и тонких пленках; - применять знания, полученные в течение курса, в синтезе магнитных наноматериалов; - характеризовать особенности различных методов синтеза магнитных наноматериалов. Студент должен владеть навыками - основных методов синтеза магнитных наноматериалов.</p>
<p>ПК-1 Способен выполнять измерения параметров наноматериалов и наноструктур, а также планировать проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур и анализировать полученные данные</p>	<p>ПК-1.1 Планирует проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.2 Собирает, анализирует и обобщает данные измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.3 Организует и контролирует процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур ПК-1.4 Выполняет операции настройки оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур в соответствии с технической и нормативной документацией</p>	<p>Знать: различные направления научных исследований физической химии и наноматериаловедения (новые и старые) Уметь: выделять научную проблему и ставить конкретную физическую задачу для ее решения. Владеть: навыками создания и описания материалов, навыками работы с научной литературой на русском и английском языках</p>

	с использованием стандартных (эталонные, контрольные) образцов в соответствии с технологической инструкцией	
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физическая химия наночастиц» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.03.01.02 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Функциональные наноматериалы и современные технологии".

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>Тема 1. Введение в физику и химию магнитных наноматериалов.</i>	<i>Физика низкоразмерных структур. Перспективы веществ в нанокристаллическом состоянии. Особенности закономерностей и</i>

		<i>взаимозависимости физических свойств вещества в нанокристаллическом состоянии на основе современной теории твердого тела. Электрические, магнитные, магнитные, оптические, механические свойства наноматериалов. Роль большой площади поверхности на химическую активность.</i>
2	<i>Тема 2. Магнетизм в твердых телах (обзор).</i>	<i>Основные проявления магнетизма. Элементарный источник магнитного поля. Магнитный монополь. Эффект Зеемана. Магнетизм конденсированного состояния. Парамагнитные материалы. Диамагнитные материалы. Ферромагнитные материалы. Ан-тиферромагнитные и ферримагнитные материалы. Магнитные резонансы.</i>
3	<i>Тема 3. Магнитная анизотропия на наноуровне.</i>	<i>Определение магнитной анизотропии. Виды магнитной анизотропии. Анизотропия формы и влияние магнитостатической энергии на анизотропию. Магнетокристаллическая анизотропия. Анизотропия однодоменной частицы. Модель Стонера-Вольфарта. Плёночные микро- и наноструктуры. Зависимость коэрцитивной силы от размера частиц.</i>
4	<i>Тема 4. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 1).</i>	<i>Ноль-мерные нанообъекты: суперпарамагнетизм. Влияние размерного эффекта на доменную структуру. Одномерные нанообъекты: нанопроволки. Модель Изинга. Движение доменной границы в нанопроводе. Влияние напряжений и температуры на движение доменной границы в нанопроводе.</i>
5	<i>Тема 5. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 2).</i>	<i>Двумерные нанообъекты: тонкие магнитные пленки и многослойные. Воротексы и антиворотексы. Скирмионы. Квантовый эффект Холла. Гигантское магнеторезистентность: принцип и реализация. Введение в спинтронику.</i>
6	<i>Тема 6. Супермагнетизм (часть 1).</i>	<i>Когерентное вращение намагниченности, макроспин. Релаксация магнитного момента Нееля в отсутствие магнитного поля. Релаксация Брауна магнитного момента в феррофлюидах. Динамическая коэрцитивность и температурные эффекты.</i>
7	<i>Тема 7. Супермагнетизм (часть 2).</i>	<i>Влияние взаимодействия между макроспинами на магнитные свойства материала. Магнитостатическое и обменное взаимодействия. Методы изучения межчастичного взаимодействия. Магнитная вязкость.</i>
8	<i>Тема 8. Характеристика магнитных наноматериалов.</i>	<i>Магнитные материалы под полем - петля гистерезиса. Намагниченность насыщения, остаточная намагниченность и коэрцитивная сила. Потери энергии при перемагничивании. Температурная зависимость намагниченности.</i>
9	<i>Тема 9. Магнетизм в тонких пленках (часть 1).</i>	<i>Магнитные домены в кристаллах и пленках. Доменная структура. Доменные стенки Блоха и Нееля. Уравнение Эйлера Лагранжа.</i>

		<i>Двумерные многослойные структуры из пленок нанометровой толщины.</i>
10	<i>Тема 10. Магнетизм в тонких пленках (часть 2).</i>	<i>Домены в наноструктурах с намагничиванием в плоскости. Домены в наноструктурах с внеплоскостной намагниченностью. Доменные стены в полосах и проводках. Обмен-ное смещение.</i>
11	<i>Тема 11. Химия твердого тела (обзор).</i>	<i>Особенности строения твёрдых тел. Введение в кристаллическую структуру твёрдого тела. Аморфное состояние. Теория строения и реакционной способности твердых тел. Обзор современных методов синтеза и изучения высокотемпературных сверхпроводников. Методы химии твёрдого тела для получения наноразмерных структур и гетероструктур. Реакционная способность твёрдых тел. Коррозия металлов.</i>
12	<i>Тема 12. Дизайн магнитных наноматериалов.</i>	<i>Наноструктурированные магнитные сплавы. Материалы для постоянных магнитов и устройств магнитной памяти. Магнитомягкие материалы. Магнитные фазовые превращения. Магнитокалорические материалы. Методы исследования применяемые в химии твёрдого тела (дифракционные методы, электронная микроскопия и др.).</i>
13	<i>Тема 13. Физический синтез магнитных наночастиц.</i>	<i>Физические методы применяемые для синтеза наночастиц. Метод лазерной абляции в жидкости и в газовой среде. Метод помола в шаровой мельнице. Импульсные методы (дуговой разряд, электровзрыв проводника). Преимущества и недостатки физических методов по сравнению с химическими. Комбинация физических и химических методов для синтеза наноструктур.</i>
14	<i>Тема 14. Химический синтез сферических и анизомерных наноматериалов.</i>	<i>Способы получения сферических наночастиц химическими методами. Метод со-осаждения солей, синтез в обратных мицеллах. Влияние формы магнитной наночастицы на их свойства. Применение сферических и несферических наночастиц. Магнетомеханическое воздействие. Химические методы для получения частиц различных форм.</i>
15	<i>Тема 15. Золь-гель метод синтеза (Sol-Gel Methods).</i>	<i>Теоретическая основа золь-гель метода синтеза магнитных наночастиц. Свойства наночастиц получаемых золь-гель методом.</i>
16	<i>Тема 16. Метод термолиза (thermal decomposition methods).</i>	<i>Теоретическая основа метода термолиза для синтеза магнитных наночастиц. Свойства наночастиц получаемых методом термолиза.</i>
17	<i>Тема 17. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 1).</i>	<i>Капсулирование наночастиц и получение наночастиц в оболочке. Способы стабилизации суспензии наночастиц. Феррофлюиды. Двойной электрический слой, дзета-потенциал и электростатическая стабилизация наночастиц.</i>
18	<i>Тема 18. Функционализация магнит-</i>	<i>Использование полимеров для покрытия наночастиц оболочкой. Способы связывания</i>

	ных наноматериалов (часть 2).	поверхности наночастицы с биологически активными молекулами (белками, антителами, антигенами).
--	-------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

- Тема 1. Введение в физику и химию магнитных наноматериалов.
- Тема 2. Магнетизм в твердых телах (обзор).
- Тема 3. Магнитная анизотропия на наноуровне.
- Тема 4. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 1).
- Тема 5. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 2).
- Тема 6. Супермагнетизм (часть 1).
- Тема 7. Супермагнетизм (часть 2).
- Тема 8. Характеристика магнитных наноматериалов.
- Тема 9. Магнетизм в тонких пленках (часть 1).
- Тема 10. Магнетизм в тонких пленках (часть 2).
- Тема 11. Химия твердого тела (обзор).
- Тема 12. Дизайн магнитных наноматериалов.
- Тема 13. Физический синтез магнитных наночастиц.
- Тема 14. Химический синтез сферических и анизомерных наноматериалов.
- Тема 15. Золь-гель метод синтеза (Sol-Gel Methods).
- Тема 16. Метод термоллиза (thermal decomposition methods).
- Тема 17. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 1).
- Тема 18. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 2).

Рекомендуемая тематика практических занятий:

- 1. Введение в физику и химию магнитных наноматериалов.**
Физика низкоразмерных структур. Перспективы веществ в нанокристаллическом состоянии. Особенности закономерностей и взаимозависимости физических свойств вещества в нанокристаллическом состоянии на основе современной теории твердого тела. Электрические, магнитные, магнитные, оптические, механические свойства наноматериалов. Роль большой площади поверхности на химическую активность.
- 2. Магнетизм в твердых телах (обзор).**
Основные проявления магнетизма. Элементарный источник магнитного поля. Магнитный монополю. Эффект Зеемана. Магнетизм конденсированного состояния. Парамагнитные материалы. Диамагнитные материалы. Ферромагнитные материалы. Антиферромагнитные и ферримагнитные материалы. Магнитные резонансы.
- 3. Магнитная анизотропия на наноуровне.**
Определение магнитной анизотропии. Виды магнитной анизотропии. Анизотропия формы и влияние магнитостатической энергии на анизотропию. Магнетокристаллическая анизотропия. Анизотропия однодоменной частицы. Модель Стонера-Вольфарта. Плёночные микро- и наноструктуры. Зависимость коэрцитивной силы от размера частиц.
- 4. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 1).**
Ноль-мерные нанообъекты: суперпарамагнетизм. Влияние размерного эффекта на доменную структуру. Одномерные нанообъекты: нанопроволки. Модель Изинга. Движение доменной границы в нанопроводе. Влияние напряжений и температуры на движение

доменной границы в нанопроводе.

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

Двумерные нанообъекты: тонкие магнитные пленки и многослойные. Воротексы и анти-воротексы. Скиммионы. Квантовый эффект Холла. Гигантское магнеторезистентность: принцип и реализация. Введение в спинтроннику.

6. Супермагнетизм (часть 1).

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

7. Супермагнетизм (часть 2).

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

8. Характеристика магнитных наноматериалов.

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

9. Магнетизм в тонких пленках (часть 1).

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

10. Магнетизм в тонких пленках (часть 2).

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

11. Химия твердого тела (обзор).

Особенности строения твёрдых тел. Введение в кристаллическую структуру твёрдого тела. Аморфное состояние. Теория строения и реакционной способности твердых тел. Обзор современных методов синтеза и изучения высокотемпературных сверхпроводников. Методы химии твёрдого тела для получения наноразмерных структур и гетероструктур. Реакционная способность твёрдых тел. Коррозия металлов.

12. Дизайн магнитных наноматериалов.

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

13. Физический синтез магнитных наночастиц.

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

14. Химический синтез сферических и анизомерных наноматериалов.

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

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

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

16. Метод термоллиза (thermal decomposition methods).

Теоретическая основа метода термоллиза для синтеза магнитных наночастиц. Свойства

наночастиц получаемых методом термолиза.

17. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 1).

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

18. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 2).

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

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Тема 1. Введение в физику и химию магнитных наноматериалов.

Тема 2. Магнетизм в твердых телах (обзор).

Тема 3. Магнитная анизотропия на наноуровне.

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

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

Тема 6. Супермагнетизм (часть 1).

Тема 7. Супермагнетизм (часть 2).

Тема 8. Характеристика магнитных наноматериалов.

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

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

Тема 11. Химия твердого тела (обзор).

Тема 12. Дизайн магнитных наноматериалов.

Тема 13. Физический синтез магнитных наночастиц.

Тема 14. Химический синтез сферических и анизомерных наноматериалов.

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

Тема 16. Метод термолиза (thermal decomposition methods).

Тема 17. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 1).

Тема 18. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 2). *Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Тема 1. Введение в физику и химию магнитных наноматериалов.*

Тема 2. Магнетизм в твердых телах (обзор).

Тема 3. Магнитная анизотропия на наноуровне.

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

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

Тема 6. Супермагнетизм (часть 1).

Тема 7. Супермагнетизм (часть 2).

Тема 8. Характеристика магнитных наноматериалов.

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

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

Тема 11. Химия твердого тела (обзор).

Тема 12. Дизайн магнитных наноматериалов.

Тема 13. Физический синтез магнитных наночастиц.

Тема 14. Химический синтез сферических и анизомерных наноматериалов.

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

Тема 16. Метод термоллиза (thermal decomposition methods).

Тема 17. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 1).

Тема 18. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 2).

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

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

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации 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 выяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1. Введение в физику и химию магнитных наноматериалов.</i>	<i>УК-1,УК-4, ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 2. Магнетизм в твердых телах (обзор).</i>	<i>УК-1,УК-4, ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 3. Магнитная анизотропия на наноуровне.</i>	<i>УК-1,УК-4, ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 4. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 1).</i>	<i>УК-1,УК-4, ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 5. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 2).</i>	<i>УК-1,УК-4, ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 6. Супермагнетизм (часть 1).</i>	<i>УК-1,УК-4, ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 7. Супермагнетизм (часть 2).</i>	<i>УК-1,УК-4, ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 8. Характеристика магнитных наноматериалов.</i>	<i>УК-1,УК-4, ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 9. Магнетизм в тонких пленках (часть 1).</i>	<i>УК-1,УК-4, ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 10. Магнетизм в тонких пленках (часть 2).</i>	<i>УК-1,УК-4, ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 11. Химия твердого тела (обзор).</i>	<i>УК-1,УК-4, ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 12. Дизайн магнитных</i>	<i>УК-1,УК-4,</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>наноматериалов.</i>	<i>ПК-1</i>	
<i>Тема 13. Физический синтез магнитных наночастиц.</i>	<i>УК-1,УК-4, ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 14. Химический синтез сферических и анизомерных наноматериалов.</i>	<i>УК-1,УК-4, ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 15. Золь-гель метод синтеза (Sol-Gel Methods).</i>	<i>УК-1,УК-4, ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 16. Метод термоллиза (thermal decomposition methods).</i>	<i>УК-1,УК-4, ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 17. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 1).</i>	<i>УК-1,УК-4, ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 18. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 2).</i>	<i>УК-1,УК-4, ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

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

8.1 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

- 1. Физика низкоразмерных структур.**
- 2. Влияние большой площади поверхности на химическую активность.**

3. Элементарный источник магнитного поля. Магнитный монополь.
4. Магнетизм конденсированного состояния.
5. Парамагнитные материалы. Диамагнитные материалы.
6. Ферромагнитные материалы.
7. Антиферромагнитные и ферримагнитные материалы.
8. Виды магнитной анизотропии.
9. Анизотропия однодоменной частицы. Модель Стонера-Вольфарта.
10. Влияние размерного эффекта на доменную структуру.
11. Одномерные нанообъекты: нанопроволки.
12. Двумерные нанообъекты: тонкие магнитные пленки и многослойные. Воротексы и антиворотексы.
13. Скирмионы.
14. Квантовый эффект Холла.
15. Гигантское магнеторезистентность: принцип и реализация.
16. Принципы в спинтронике.
17. Релаксация магнитного момента Нееля в отсутствие магнитного поля.
18. Релаксация Брауна магнитного момента в феррофлюидах.
19. Ноль-мерные нанообъекты: суперпарамагнетизм.
20. Движение доменной границы в нанопроводе. Влияние напряжений и температуры на движение доменной границы в нанопроводе.
21. Влияние взаимодействия между макроспинами на магнитные свойства материала. Магнитная вязкость.
22. Магнитные материалы под полем - петля гистерезиса. Намагниченность насыщения, остаточная намагниченность и коэрцитивная сила.
23. Температурная зависимость намагниченности.
24. Магнитные домены в кристаллах и пленках.
25. Доменные стенки Блоха и Нееля.
26. Домены в наноструктурах с намагничиванием в плоскости.
27. Домены в наноструктурах с внеплоскостной намагниченностью.
28. Доменные стены в полосах и проводах.
29. Обменное смещение.
30. Особенности строения твёрдых тел.
31. Методы химии твёрдого тела для получения наноразмерных структур и гетероструктур.
32. Реакционная способность твёрдых тел. Коррозия металлов.
33. Магнитные фазовые превращения.
34. Магнитокалорические материалы.
35. Физические методы применяемые для синтеза наночастиц.
36. Комбинация физических и химических методов для синтеза наноструктур.
37. Способы получения сферических наночастиц химическими методами.
38. Химические методы для получения частиц различных форм.
39. Теоретическая основа золь-гель метода синтеза магнитных наночастиц.
40. Теоретическая основа метода термолиза для синтеза магнитных наночастиц.
41. Капсулирование наночастиц и получение наночастиц в оболочке.
42. Двойной электрический слой, дзета-потенциал и электростатическая стабилизация наночастиц.
43. Использование полимеров для покрытия наночастиц оболочкой.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, 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) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин Кн. 3 : Термодинамика. Статистическая физика. Строение вещества. -1 о=эл. опт. диск, 367, [3] с.
- 2) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин Кн. 2 : Электромагнетизм. Оптика. Квантовая физика. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 439, [3] с.

- 3) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спириин Кн. 1 : Механика. -351, [3] о=эл. опт. диск (CD-ROM)
- 4) Глинка Н. Л. Общая химия : учеб. пособие/ Н. Л. Глинка; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. -18-е изд., перераб. и доп.. -М.: Юрайт, 2011. -885, [3] с.: ил., табл.
- 5) Глинка Н. Л.. Общая химия : учеб. для акад. бакалавриата : в 2 т./ Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова Т. 1. -1 г=on-line, 746 с.
- 6) Грандберг И. И. Органическая химия : учеб. для бакалавров/ И. И. Грандберг, Н. Л. Нам. -8-е изд.. -М.: Юрайт, 2012. -608 с.
- 7) Ершов Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : учеб. для вузов/ Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд; под ред. Ю. А. Ершова. -10-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Юрайт, 2014 г=on-line, 559, [1]
- 8) Кудряшева Н. С. Физическая и коллоидная химия : учеб. и практикум для приклад. бакалавриата/ Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева; Сиб. Федер. ун-т. -2-е изд., перераб. и доп.. -Москва:
- 9) Практикум по общей химии. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : учеб. пособие для вузов/ В. А. Попков [и др.] ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. -4-е изд.. -М.: Юрайт, 20122014. -238, [1], с.: ил
- 10) Хаханина Т. И. Неорганическая химия : учеб. пособие для СПО и приклад. бакалавриата/ Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, В. И. Гребенькова; Нац. исслед. ун-т. -Москва: Юрайт, 2015. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 287, [1] с.
- 11) Щукин Е. Д. Коллоидная химия : учеб. для бакалавров/ Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. -7-е изд., испр. и доп.. -М.: Юрайт, 2013. -443, [1] с.: ил., табл.

Дополнительная литература

- 1) Глинка Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб.-практ. пособие/ Н. Л. Глинка ; под ред. А. В. Бабкова, В. А. Попкова. -14-е изд.. -М.: Юрайт, 2014. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 236, [1] с.
- 2) Задачник по электричеству и магнетизму: метод. пособие для студентов физ. фак./ Калинингр. гос. ун-т; сост. Е. Ф. Кондратьев. -Калининград, 1995. -81 с.
- 3) Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму: краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 2. -2000. -1 г=on-line, 88 с.
- 4) УЧЛ - Электронный учебник (ККО=1)
- 5) Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму: краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 1. -1998. -1 г=on-line, 89 с.
- 6) Кузнецов С. И.. Курс физики с примерами решения задач : учеб. пособие для вузов/ С. И. Кузнецов Ч. 1 : Механика. Молекулярная физика. Термодинамика. -2014. -1 г=on-line, 464 с.: ил., табл.
- 7) Никитин М. А. Обработка результатов физического эксперимента : метод. указания к лаб. работам/ М. А. Никитин, В. А. Бессонов, Ж. Ю. Нестерова; Калинингр. гос. ун-т. -Калининград: Изд-во КГУ, 2004. -36 с.: ил.
- 8) Пузаков С. А. Сборник задач и упражнений по общей химии : учеб. пособие для вузов/ С. А. Пузаков, В. А. Попков, А. А. Филиппова. -5-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Юрайт, 2014 г=on-line, 254, [1]: табл.
- 9) Телеснин Р. В. Молекулярная физика: учеб. пособие/ Р. В. Телеснин. -3-е изд., стер.. -Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2009. -1 г=on-line, 360 с.: ил., табл.

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

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС 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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

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

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы междисциплинарных исследований и инжиниринга**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Функциональные наноматериалы для различных приложений»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Дизайн умных материалов»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

Варваре Г. – PhD, Институт структуры материалов национального научного совета Италии, Рим, Италия (Institute of Structure of Matter National Research Council (CNR), Rome, Italy

-Лаурети С. – PhD, Институт структуры материалов национального научного совета Италии, Рим, Италия (Institute of Structure of Matter National Research Council (CNR), Rome, Italy)

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий»

Протокол № 07 от «06» июля 2023 г.

Председатель учебно-методического
совета образовательно-научного кластера
«Институт высоких технологий»

к.ф.-м.н., доцент
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич
Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Функциональные наноматериалы для различных приложений»
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: «Функциональные наноматериалы для различных приложений».

Цель дисциплины: изучение методологии, экспериментальные технологий анализа и применения магнитных свойств материалов в твердом состоянии на базовом уровне.

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
<p>УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</p>	<p>УК-4.1 Редактирует, составляет и переводит различные академические тексты в том числе на иностранном(ых) языке(ах) УК-4.2 Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на публичных мероприятиях, включая международные, в том числе на иностранном(ых) языке(ах)</p>	<p>Знать: различия образовательных и научных стандартов в России и за рубежом. Уметь: проводить групповые исследовательские и образовательные проекты; участвовать в дискуссиях, проводить семинары. Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Умением анализировать экспериментальные данные • навыками работы на экспериментальном оборудовании для исследования свойств материалов
<p>ОПК-3 Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами</p>	<p>ОПК-3.1 Осуществляет выбор информационных ресурсов для поиска информации в соответствии с поставленной учебной задачей используя современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</p>	<p>Знать: новейшие задачи в области изучения свойств материалов, особенности образования и ведения научной деятельности в разных странах Уметь: ставить конкретные научные задачи и проводить групповые экспериментальные работы Владеть: опытом участия в коллективных научных мероприятиях, навыками составления комплексных экспериментов с пошаговыми инструкциями их проведения</p>

профильной подготовки		
ОПК-4 Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности.	ОПК-4.1 Проектирует инновационные технологические процессы на основе проведенных научных исследований для дальнейшего внедрения в свою профессиональную деятельность ОПК-4.2 Использует спроектированные инновационные технологические решения в области своей профессиональной деятельности.	Знать: взаимосвязь исследовательской деятельности с другими сферами жизнедеятельности человека Уметь: объяснять различные явления в жизни человека с помощью физических теорий Владеть: опытом проведения экспериментальных исследований наблюдаемых непосредственно явлений.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Функциональные наноматериалы для различных приложений» представляет собой дисциплину базовой части обязательного блока дисциплин Б1.О.02 по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа "Дизайн умных материалов".

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>Нанослои: графен и 2D материалы</i>	<i>Самосборные монослои. Эпитаксиальный графен. Электронная структура графеновых нанолент. Транспорт в графеновых наноструктурах. Графеновые квантовые точки.</i>
2	<i>Углеродные нанотрубки и полимерные композиты</i>	<i>Адгезия между полимерами и УНТ. Дисперсионные методы для УНТ. Химический метод полимеризации. Механические свойства УНТ / Полимерные композиты. Электрические свойства УНТ. Изотропные полимерные композиты Ориентированные полимерные композиты. Моделирование порога перколяции. Термостойкость.</i>
3	<i>Наночернила из металлов для печати</i>	<i>Геометрические аспекты. Модель случайной неплотной упаковки. Размер ядра наночастиц Термодинамическая размерно-зависимая температура плавления. Моделирование оптического плазмонного резонанса. Наночастицы серебра Наночастицы золота Другие металлические наночастицы Металлические наночастицы с высокой полярно-растворяющей дисперсностью.</i>
4	<i>Магнитные наноструктуры</i>	<i>Характерные масштабы. Тонкие пленки. прямая обменная связь, обменное смещение . Тонкие пленки: методы синтеза. Провода и иглы: методы изготовления. Нанодиски. Объемные наноструктуры. Рентгеновский нанозонд</i>
5	<i>Манипулирование микро- и наноразмерными объектами</i>	<i>Магнитные наночастицы. Суперпарамагнетизм. Частицы типа «ядро/оболочка» CoFe₂O₄ / NiFe₂O₄ NPs Суспензии. Покрытые золотом наночастицы магнетита.</i>

		<p>Манипулирование клетками. Токовые магнитные пинцеты. Магнитная наночастица + биологическая клетка. Магнитный (электромагнитный) пинцет. Лаборатория на чипе. Феррофлюидный насос. Микро ПЦР. 3D-Манипулирование: магнитный микроробот. 4D печать - микроактюатор: частицы в полимерах. Тканевая инженерия. Магнитные нанопровода. Магнитные нанопровода + массивы микропаттернов. Манипулирование с помощью микроэлектромагнитов. Биоинспирация.</p>
6	Наносенсоры	<p>Наноразмерная характеристика с флуоресцентными наночастицами. Люминесцентные наночастицы: синтез и оптические свойства. Наноразмерные люминесцентные датчики Оптохимические наносенсоры. Примеры приложений. Критические проблемы для оптохимических наносенсоров. Инфракрасные фотоприемники и матрицы в квантовых точках.</p>
7	Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами	<p>Нанопористые материалы. Характеристика нанопористых материалов Упорядоченная нанопористая структура Основные характеристики упорядоченных мезопористых материалов. Структура упорядоченных мезопористых материалов Механизм синтеза упорядоченных мезопористых материалов. Типичные мезопористые материалы. Гигантская наномембрана. Подходы к изготовлению наномембран Наномембраны из высокосшитых материалов. Физические свойства наномембран. Функциональные возможности наномембран.</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):

Нанослой: графен и 2D материалы

Углеродные нанотрубки и полимерные композиты
Наночернила из металлов для печати
Магнитные наноструктуры
Манипулирование микро- и наноразмерными объектами
Наносенсоры.
Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1. Нанослои: графен и 2D материалы

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

Тема 2. Углеродные нанотрубки и полимерные композиты

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

Тема 3. Наночернила из металлов для печати

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

Тема 4. Магнитные наноструктуры

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

Тема 5. Манипулирование микро- и наноразмерными объектами

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

Тема 6. Наносенсоры.

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

Тема 7. Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами.

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

Требования к самостоятельной работе студентов

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

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

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

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

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации 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
1. Нанослой: графен и 2D материалы	УК-4, ОПК-3, ОПК-4	самостоятельная работа
2. Углеродные нанотрубки и полимерные композиты	УК-4, ОПК-3, ОПК-4	самостоятельная работа
3. Наночернила из металлов для печати	УК-4, ОПК-3, ОПК-4	самостоятельная работа
4. Магнитные наноструктуры	УК-4, ОПК-3, ОПК-4	тест
5. Манипулирование микро- и наноразмерными объектами	УК-4, ОПК-3, ОПК-4	самостоятельная работа
6. Наносенсоры	УК-4, ОПК-3, ОПК-4	контрольная работа
7. Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами	УК-4, ОПК-3, ОПК-4	самостоятельная работа

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки

знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

Тема 1. Нанослои: графен и 2D материалы

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

Тема 2. Углеродные нанотрубки и полимерные композиты

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

Тема 3. Наночернила из металлов для печати.

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

Тема 4. Магнитные наноструктуры.

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

Тема 5. Манипулирование микро- и наноразмерными объектами

1. Магнитные наночастицы. Суперпарамагнетизм.
2. Частицы типа «ядро/оболочка» CoFe_2O_4 / NiFe_2O_4 NPs. Суспензии. Покрытые золотом наночастицы магнетита.
3. Манипулирование клетками.
4. Токовые магнитные пинцеты.
5. Магнитная наночастица + биологическая клетка. Магнитный (электромагнитный) пинцет.
6. Лаборатория на чипе. Феррофлюидный насос. Микро ПЦР.
7. 3D- Манипулирование: магнитный микроробот.
8. 4D печать - микроактюатор: частицы в полимерах.
9. Тканевая инженерия.
10. Магнитные нанопровода.
11. Магнитные нанопровода + массивы микропаттернов.
12. Манипулирование с помощью микроэлектромагнитов.
13. Биоинспирация.

Тема 6. Наносенсоры.

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

Тема 7. Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами.

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

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

- 1) Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики и их свойства.
- 2) Петля гистерезиса.
- 3) Методы измерения намагниченности вещества.
- 4) Полная энергия ферромагнитного вещества.
- 5) Магнитострикция. Примеры материалов с высокой магнитострикцией.
- 6) Причины и процесс возникновения доменов.
- 7) Методы измерения скорости движения доменной границы.
- 8) Типы, сходства и различия магнитооптических эффектов.
- 9) Применение термоэлектрических материалов.
- 10) Свойства сплавов Гейслера.
- 11) Применение термомагнитных явлений.
- 12) Примеры устройств, основанных на магнитоэлектрическом эффекте.
- 13) Свойства мультиферроиков.
- 14) Примеры и применение мультиферроиков
- 15) Спин-вентильные устройства.
- 16) Гигантское магнитосопротивление.
- 17) Рассеяние спина на интерфейсах.
- 18) Принцип работы магниторезистивных головок.
- 19) Туннельное магнитосопротивление
- 20) Типы наноструктур
- 21) Примеры фуллеренов
- 22) Применение нанотрубок
- 23) Свойства нанпроводов
- 24) Применение магнитных тонких пленок
- 25) Принцип магнитного охлаждения
- 26) Свойства жидких кристаллов
- 27) Примеры устройств с 3-d дальномерными кристаллами

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера</i>	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) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин Кн. 2 : Электромагнетизм. Оптика. Квантовая физика. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 439, [3] с.
- 2) Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму : краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 2. -2000. -1 r=on-line, 88 с.
- 3) УЧЛ - Электронный учебник (ККО=1)
- 4) Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму : краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 1. -1998. -1 r=on-line, 89 с.
- 5) Задачник по электричеству и магнетизму : метод. пособие для студентов физ. фак./ Калинингр. гос. ун-т; сост. Е. Ф. Кондратьев. -Калининград, 1995. -81 с.

Дополнительная литература:

- 1) Шпольский, Э. В.. Атомная физика : учебник : в 2 т./ Э. В. Шпольский Т. 2 : Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. -6-е изд., стер.. -1 r=on-line, 438 с.: ил.

- 2) Шпольский, Э. В.. Атомная физика : учебник : в 2 т./ Э. В. Шпольский Т. 1 : Введение в атомную физику. -8-е изд., стер.. -1 r=on-line, 557, [3]: рис.
- 3) Гончарова Н. Г. Частицы и атомные ядра. Задачи с решениями и комментариями : учеб. пособие/ Н. Г. Гончарова, Б. С. Ишханов, И. М. Капитонов. -Москва: Физматлит, 2013. -1 r=on-line, 448 с.
- 4) Ахманов С. А. Статистическая радиофизика и оптика. Случайные колебания и волны в линейных системах/ С. А. Ахманов, Ю. Е. Дьяков, А. С. Чиркин. -2-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Физматлит, 2010. -1 r=on-line, 423 с.
- 5) Shantanu Bhattacharya, Avinash Kumar Agarwal, T. Rajagopalan, Vinay K. Patel - Nano-Energetic Materials-Springer Singapore (2019)
- 6) Jiawang Yan - Micro and Nano Fabrication Technology-Springer Singapore (2018)
- 7) Antonio Maffucci, Sergey A. Maksimenko - Fundamental and Applied Nano-Electromagnetics II_ THz Circuits, Materials, Devices-Springer
- 8) Kamel A. Abd-Elsalam, Mohamed A. Mohamed, Ram Prasad - Magnetic Nanostructures_ Environmental and Agricultural Applications-Springer International Publishing (2017)
- 9) Viswanatha Sharma Korada, Nor Hisham B Hamid (eds.) - Engineering Applications of Nanotechnology_ From Energy to Drug Delivery.
- 10) Advanced Structured Materials 84) Zishan Husain Khan (eds.) - Nanomaterials and Their Applications-Springer Singapore (2018)
- 11) Kalarikkal, Nandakumar_ Koshy, Obey_ Thomas, Sabu - Nanomaterials physical, chemical, and biological applications-Apple Academic Press Inc (2018)
- 12) Dasgupta, Nandita_ Kumar, Vineet_ Ranjan, Shivendu - Environmental Toxicity of Nanomaterials-CRC Press (2018)

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 Microsoft Teams;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

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

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

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

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

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

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