

**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: «Функциональные наноматериалы и современные
технологии»**

Профиль: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2022

Лист согласования

Составители:

Петров А.К. – научный сотрудник ИФМНиИТ, к.ф.-м.н.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных 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-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: 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. 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, 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 "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 1.1. 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 трёхмерной 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 трёхмерной 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 трёхмерной 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, iSL 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 гибридные методы печати.</i>	<i>Основные гибридные методы микрофабрикации на основе литографии: MICA, EFAB и особенности построения</i>

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

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

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

Тема 1.2. Классификация технологий трёхмерной печати.

Тема 1.3. Основное программное обеспечение для трёхмерной печати.

Тема 1.4. Создание и подготовка трёхмерного объекта.

Тема 2.1. Экструзионные методы трехмерной печати.

Тема 2.2. Порошковые методы трехмерной печати.

Тема 2.3. Струйные методы трехмерной печати.

Тема 2.4. Трёхмерная био-печать.

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

Тема 3.1. Литографические и гибридные методы печати.

Тема 3.2. Электроосаждение ионов в жидкости.

Тема 3.3. Осаждение, индуцированное сфокусированным ионным пучком.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

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

Определение аддитивных технологий. История трёхмерной печати. Основные отрасли применения.

Тема 1.2. Классификация технологий трёхмерной печати.

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

Тема 1.3. Основное программное обеспечение для трёхмерной печати.

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

Тема 1.4. Создание и подготовка трёхмерного объекта.

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

Тема 2.1. Экструзионные методы трехмерной печати.

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

Тема 2.2. Порошковые методы трехмерной печати.

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

Тема 2.3. Струйные методы трехмерной печати.

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

Тема 2.4. Трёхмерная 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. 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 1.1. Введение в аддитивное производство. Основные отличительные свойства аддитивных технологий.</i>	УК-3	<i>тест</i>
<i>Тема 1.2. Классификация технологий трёхмерной печати.</i>	УК-3	<i>тест</i>
<i>Тема 1.3. Основное программное обеспечение для трёхмерной печати.</i>	УК-3	<i>тест</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1.4. Создание и подготовка трёхмерного объекта.</i>	УК-3	<i>тест</i>
<i>Тема 2.1. Экструзионные методы трехмерной печати.</i>	УК-3	<i>тест</i>
<i>Тема 2.2. Порошковые методы трехмерной печати.</i>	УК-3	<i>тест</i>
<i>Тема 2.3. Струйные методы трехмерной печати.</i>	УК-3	<i>тест</i>
<i>Тема 2.4. Трёхмерная био-печать.</i>	УК-3	<i>тест</i>
<i>Тема 2.5. Многостадийная и непрерывная трёхмерная печать с помощью фотополимеризации.</i>	УК-3	<i>тест</i>
<i>Тема 3.1. Литографические и гибридные методы печати.</i>	УК-3	<i>тест</i>
<i>Тема 3.2. Электроосаждение ионов в жидкости.</i>	УК-3	<i>тест</i>
<i>Тема 3.3. Осаждение, индуцированное сфокусированным ионным пучком.</i>	УК-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:

Single Selection	Какой механизм используется для обеспечения затвердевания осаждённого материала при использовании метода MJ?	<table border="1"> <tr> <td>Понижение температуры</td> </tr> <tr> <td>Осаждение уже твёрдофазного материала</td> </tr> <tr> <td>Облучение ультрафиолетом</td> </tr> </table>	Понижение температуры	Осаждение уже твёрдофазного материала	Облучение ультрафиолетом
Понижение температуры					
Осаждение уже твёрдофазного материала					
Облучение ультрафиолетом					

Single Selection	Какой метод трёхмерной печати позволяет печатать не только на плоских поверхностях?	<table border="1"> <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"> <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"> <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"> <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 SolidScape
- 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.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические	хорошо		71-85

	степени самостоятельности и инициативы	положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

- 1 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

«Голография и обработка изображений»

Шифр: 03.04.02

**Направление подготовки: «Функциональные наноматериалы и современные
технологии»**

Профиль: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2022

Лист согласования

Составители:

к.ф.-м.н., доцент ИФМНиИТ, заведующий лабораторией когерентно-оптических измерительных систем Алексеенко И.В.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического совета
института физико-математических наук
и информационных технологий

к.ф.-м.н., доцент

Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич

Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Голография и обработка изображений»
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: «Голография и обработка изображений».

Цель дисциплины: формирование у студентов компетенции в области передовых методов обработки информации как цифровыми, так и оптическими методами, ознакомление с современными технологиями обработки оптической информации.

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
<i>ПКС-2. Способен выполнять измерения параметров наноматериалов и наноструктур, а также оформлять протоколы результатов измерений в соответствии с технологической документацией и инструкциями по эксплуатации оборудования</i>	<i>ПКС-2.1. Измеряет и анализирует различные физические и химические параметры наноматериалов и наноструктур в соответствии с технологической документацией и инструкциями по эксплуатации оборудования</i>	знать: <ul style="list-style-type: none">уравнения электромагнитных волн, их описание, поляризациястатистические закономерности структуры спекл-поляразложение электромагнитного поля по спектру пространственных частотметоды Фурье-анализа оптического волнового фронтафизические принципы регистрации голограммосновные схемы регистрации голограммцифровые методы регистрации и реконструкции голограммсредства регистрации и оцифровки голографических изображений уметь: <ul style="list-style-type: none">классифицировать виды голограмм и методы их регистрации;использовать методы Фурье-оптики для анализа сигнала в простых оптических системахпроизводить выбор методик для задач когерентно-оптической обработки информации владеть: <ul style="list-style-type: none">цифровыми средствами регистрации и методами обработки оптической информации.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Голография и обработка изображений» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.03.03.04 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.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	<i>Введение</i>	<i>Перспективы развития когерентно-оптической обработки информации.</i>
2	<i>Электромагнитные волны оптического диапазона и монохроматическое излучение</i>	<i>Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Комплексная амплитуда электромагнитной волны. Поляризация.</i>
3	<i>Распространение электромагнитных волн и их когерентность</i>	<i>Дифракция световых электромагнитных волн в пространстве. Теория дифракции по Кирхгофу. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера. Наблюдение видов дифракции. Понятие спекл-поля. Статистические свойства спекл-полей. Объективные и</i>

		<i>субъективные спеклы. Характерный размер спекла</i>
4	<i>Элементы Фурье-оптики</i>	<i>Преобразование Фурье в оптических системах. Свойства двумерного преобразования Фурье. Общая характеристика оптических систем. Линейность и инвариантность оптических систем. Понятие спектра пространственных частот. Передаточная функция оптических систем. Однолинзовая система. Линза как элемент, выполняющий преобразование Фурье. Построение изображения в линзе. Образование оптического изображения в когерентном и некогерентном свете. Оптические процессоры.</i>
5	<i>Основы голографической регистрации электромагнитных волн</i>	<i>Запись и реконструкция волнового фронта голографическим способом. Опорная и объектные волны. Пространственная частота голограммы. Среды для регистрации голограмм: фотоматериалы, фоторефрактивные кристаллы, цифровые средства регистрации.</i>
6	<i>Классическая голография</i>	<i>История голографии. Голографические методы в современных оптических технологиях. Основные схемы регистрации: Габора, Лейта-Упатниекса, Денисюка, голограмм сфокусированного изображения. Источники регистрации голографических изображений. Амплитудная и фазовая голограмма. Дифракционная эффективность. Свойства голограмм.</i>
7	<i>Средства цифровой регистрации оптических сигналов</i>	<i>Приборы с зарядовой связью. Построение ПЗС (CCD) матриц для регистрации изображений. Цифровые камеры технического зрения. Основные параметры камер технического зрения: время экспозиции, разрешение, частота кадровой регистрации, динамический диапазон, нестационарные режимы регистрации. Условия записи и оцифровки оптического сигнала.</i>
8	<i>Цифровая голография и цифровая обработка оптической информации</i>	<i>Основные принципы цифровой голографии. Цифровая запись и цифровая реконструкция амплитуды и фазы объектной волны. Восстановление методом дифракций Френеля, методом свертки с передаточной функцией точечного источника.</i>
9	<i>Голографические измерения</i>	<i>Когерентно-оптические методы измерений. Голографическая интерферометрия.</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):

Электромагнитные волны оптического диапазона и монохроматическое излучение

Распространение электромагнитных волн
и их когерентность

Элементы Фурье-оптики

Основы голографической регистрации электромагнитных волн

Классическая голография

Средства цифровой регистрации оптических сигналов

Цифровая голография и цифровая обработка оптической информации

Голографические измерения

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Введение Перспективы развития когерентно-оптической обработки информации.

Электромагнитные волны оптического диапазона и монохроматическое излучение Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Комплексная амплитуда электромагнитной волны. Поляризация.

Распространение электромагнитных волн

и их когерентность Дифракция световых электромагнитных волн в пространстве. Теория дифракции по Кирхгофу. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера. Наблюдение видов дифракции. Понятие спекл-поля. Статистические свойства спекл-полей. Объективные и субъективные спеклы. Характерный размер спекла

Элементы Фурье-оптики Преобразование Фурье в оптических системах. Свойства двумерного преобразования Фурье. Общая характеристика оптических систем. Линейность и инвариантность оптических систем. Понятие спектра пространственных частот. Передаточная функция оптических систем. Однолинзовая система. Линза как элемент, выполняющий преобразование Фурье. Построение изображения в линзе. Образование оптического изображения в когерентном и некогерентном свете. Оптические процессоры.

Основы голографической регистрации электромагнитных волн Запись и реконструкция волнового фронта голографическим способом. Опорная и объектные волны. Пространственная частота голограммы. Среды для регистрации голограмм: фотоматериалы, фоторефрактивные кристаллы, цифровые средства регистрации.

Классическая голография История голографии. Голографические методы в современных оптических технологиях. Основные схемы регистрации: Габора, Лейта-Упатниекса, Денисюка, голограмм сфокусированного изображения. Источники регистрации голографических изображений. Амплитудная и фазовая голограмма. Дифракционная эффективность. Свойства голограмм.

Средства цифровой регистрации оптических сигналов Приборы с зарядовой связью. Построение ПЗС (CCD) матриц для регистрации изображений. Цифровые камеры технического зрения. Основные параметры камер технического зрения: время экспозиции, разрешение, частота кадровой регистрации, динамический диапазон, нестационарные режимы регистрации. Условия записи и оцифровки оптического сигнала.

Цифровая голография и цифровая обработка оптической информации Основные принципы цифровой голографии. Цифровая запись и цифровая реконструкция амплитуды и фазы объектной волны. Восстановление методом дифракций Френеля, методом свертки с передаточной функцией точечного источника.

Голографические измерения Когерентно-оптические методы измерений. Голографическая интерферометрия.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Электромагнитные волны оптического диапазона и монохроматическое излучение Распространение электромагнитных волн и их когерентность Элементы Фурье-оптики Основы голографической регистрации электромагнитных волн Классическая голография Средства цифровой регистрации оптических сигналов Цифровая голография и цифровая обработка оптической информации Голографические измерения.

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: : Электромагнитные волны оптического диапазона и монохроматическое излучение Распространение электромагнитных волн и их когерентность Элементы Фурье-оптики Основы голографической регистрации электромагнитных волн Классическая голография Средства цифровой регистрации оптических сигналов Цифровая голография и цифровая обработка оптической информации Голографические измерения.

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>Введение</i>	<i>ПКС-2</i>	Контрольная работа (письменный опрос)
<i>Электромагнитные волны оптического диапазона и монохроматическое излучение</i>	<i>ПКС-2</i>	Контрольная работа (письменный опрос)
<i>Распространение электромагнитных волн и их когерентность</i>	<i>ПКС-2</i>	Контрольная работа (письменный опрос)
<i>Элементы Фурье-оптики</i>	<i>ПКС-2</i>	Самостоятельная работа (письменный опрос)
<i>Основы голографической регистрации электромагнитных волн</i>	<i>ПКС-2</i>	Самостоятельная работа (письменный опрос)
<i>Классическая голография</i>	<i>ПКС-2</i>	Реферат Самостоятельная работа (письменный опрос)

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Средства цифровой регистрации оптических сигналов</i>	<i>ПКС-2</i>	Реферат Самостоятельная работа (письменный опрос)
<i>Цифровая голография и цифровая обработка оптической информации</i>	<i>ПКС-2</i>	Контрольная работа (письменный опрос)
<i>Голографические измерения</i>	<i>ПКС-2</i>	Контрольная работа (письменный 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:

1. *Случайные колебания и волны.*
2. *Методы теории случайных функций в оптике.*
3. *Методы измерения характеристик случайных процессов*
4. *Понятие когерентности*
5. *Функция взаимной когерентности*
6. *Временная и пространственная когерентность*
7. *Распространение взаимной когерентности*
8. *Наблюдение и измерение когерентности*
9. *Когерентное и некогерентное поле*
10. *Теорема Ван Циттера-Цернике*
11. *Когерентность высшего порядка*
12. *Разрешение оптических систем.*
13. *Пространственная фильтрация в оптических системах.*
14. *Формирование изображений при наличии случайн-неоднородных сред.*
15. *Звездная спекл-интерферометрия.*

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. *Случайные процессы и случайные поля. Статистические моменты.*
2. *Статистические усреднения и усреднения по времени и по пространству.*
3. *Корреляционные функции случайных комплексных процессов и полей.*
4. *Стационарные процессы и однородные поля. Эргодичность.*
5. *Статистически изотропные и статистически анизотропные случайные поля.*
6. *Теорема Винера-Хинчина для случайных процессов и скалярных случайных полей.*
7. *Спектр мощности. Временные и пространственные частоты.*
8. *Корреляционные функции - функции когерентности волновых процессов.*
9. *Временная когерентность.*
10. *Пространственная поперечная и продольная когерентность.*
11. *Пространственно-временная когерентность.*
12. *Теорема Винера-Хинчина для временной когерентности.*
13. *Время и длина временной когерентности.*

14. *Проявление временной когерентности в интерференционном эксперименте. Интерферометр Майкельсона.*
15. *Принципы Фурье-спектроскопии.*
16. *Временная когерентность и спектр мощности суперпозиции двух волновых полей.*
17. *Распространение временной когерентности и пространственной когерентности.*
18. *Интерферометрия интенсивностей. Интерферометр интенсивностей Брауна-Твисса.*
19. *Применение интерферометрии интенсивностей в астрономии.*
20. *Теорема Винера-Хинчина и теорема Ван-Циттера-Цернике для пространственной когерентности.*
21. *Поперечный и продольный радиусы пространственной когерентности волнового поля.*
22. *Пространственно-временная когерентность. Продольная чисто пространственная когерентность.*
23. *Пространственные и временные масштабы частично когерентного светового поля.*
24. *Проявление пространственной когерентности в интерференционных системах.*
25. *Интерферометр Юнга и звездный интерферометр Майкельсона; современные модификации звездного интерферометра Майкельсона.*
26. *Интерферометры интенсивностей. Звездный интерферометр интенсивностей. Радиоинтерферометры.*
27. *Когерентные и некогерентные системы формирования изображения. Условия когерентного освещения.*
28. *Разрешение оптических систем. Пространственная фильтрация в оптических системах.*
29. *Формирование изображений при наличии случайн-неоднородных сред.*
30. *Звездная спекл-интерферометрия.*
31. *Когерентность рассеянных волн. Спекл-структуры.*
32. *Корреляционная цифровая спекл-интерферометрия.*

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пяти-балльная шкала (академическая) оценка	Двух-балльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает низжестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать пробле-	отлично	зачтено	86-100

		му/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 низшего уровня.</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. Говинд Агравал, под ред. И. Ю. Денисюка, «Применение нелинейной волоконной оптики», Краснодар: Лань, 2011. - 591 с.
2. Ю. Н. Кульчин [и др.], «Адаптивные методы обработки спекл-модулированных оптических полей», М.: Физматлит, 2009. - 284 с.
3. В. А. Алешкевич, «Оптика: учеб. для вузов», М.: Физматлит, 2010. - 318 с.

Дополнительная литература:

1. Отв. ред. М. М. Сущинский, гл. ред. Н. Г. Басов, «Голографическая обработка информации с использованием нестационарных полей», сб. науч. тр./ АН СССР. Физ. ин-т им. П. Н. Лебедева; - Москва: Наука, 1982. - 152 с.
2. Ред. С. Б. Гуревич, «Голография и обработка информации», науч. совет по проблеме "Голография"; - Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1976. - 196 с.
3. В. М. Гинзбург, Б. М. Степанов, «Голография. Методы и аппаратура», ред.: - Москва: Сов. радио, 1974. - 376 с.
4. Р. Е. Быков, С. Б. Гуревич, «Анализ и обработка цветных объемных изображений», Москва: Радио и связь, 1984. - 248 с.

5. Ред. С. Б. Гуревич, «Голография и обработка информации», отд-ние общ. физики и астрономии, Науч. совет по проблеме "Голография"; - Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1976. - 196 с.
6. Ю. Г. Горохов, Л. Н. Неплюев, «Голография в приборах и устройствах», энергия, 1974. - 79 с.
- А.Л.Дмитриев, «Оптические методы обработки информации», Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, 2005. - 122 с.
7. Игорь Вячеславович Алексеенко, «Разработка методов стробоскопической голографической интерферометрии для исследования многокомпонентных и нестационарных колебательных процессов», кафедра радиофизики - Калининград: РГУ им. И. Канта, 2006. - 131 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 лек-

ционного 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: «Функциональные наноматериалы и современные
технологии»**

Профиль: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2022

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 института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных 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 Осуществляет выбор информационных ресурсов для поиска информации в соответствии с поставленной учебной задачей УК-1.2 Систематизирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованием учебного задания УК-1.3 Формулирует и аргументирует выводы и суждения, в том числе с применением философского понятийного аппарата	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 - проведения химических экспериментов для определения химическо-

		го состава вещества и описывать их физические и химические свойства.
--	--	--

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 "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>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, ключе-</i>

		<i>вой цикл для множества ролей: цикл три-карбоновых 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 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>Принципы метаболического контроля</i>	<i>УК - 1</i>	<i>тест</i>
<i>Основы биохимии питания</i>	<i>УК - 1</i>	<i>тест</i>
<i>Дыхательная цепь</i>	<i>УК - 1</i>	<i>тест</i>
<i>Углеводы в качестве клеточного топлива</i>	<i>УК - 1</i>	<i>тест</i>
<i>Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт</i>	<i>УК - 1</i>	<i>тест</i>
<i>Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциалный ключ аминокислот</i>	<i>УК - 1</i>	<i>тест</i>
<i>Гликоген. Запас гликогена в организме</i>	<i>УК - 1</i>	<i>тест</i>
<i>Кинетика биологических реакций</i>	<i>УК - 1</i>	<i>тест</i>
<i>Структура белка</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:

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы	Сложность вопроса	Описание
SingleSelection	Свойство живых организмов ощущать действие факторов среды и отве-	обмен веществ;	2	1	6
		раздражимость;			
		размножение;			
		рост;			
		движение.			

	чать на них – это:														
SingleSelection	Процесс увеличения массы тела и размеров организма в период его развития называется:	<table border="1"> <tr><td>обмен веществ;</td><td>4</td></tr> <tr><td>раздражимость;</td><td></td></tr> <tr><td>размножение;</td><td></td></tr> <tr><td>рост;</td><td></td></tr> <tr><td>движение.</td><td></td></tr> </table>	обмен веществ;	4	раздражимость;		размножение;		рост;		движение.			1	7
обмен веществ;	4														
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><td>1</td></tr> <tr><td>раздражимость;</td><td></td></tr> <tr><td>размножение;</td><td></td></tr> <tr><td>рост;</td><td></td></tr> <tr><td>движение.</td><td></td></tr> </table>	обмен веществ;	1	раздражимость;		размножение;		рост;		движение.			1	8
обмен веществ;	1														
раздражимость;															
размножение;															
рост;															
движение.															
SingleSelection	Процесс передачи наследственной информации от родителей к потомкам называется:	<table border="1"> <tr><td>обмен веществ;</td><td>3</td></tr> <tr><td>раздражимость;</td><td></td></tr> <tr><td>размножение;</td><td></td></tr> <tr><td>рост;</td><td></td></tr> <tr><td>движение.</td><td></td></tr> </table>	обмен веществ;	3	раздражимость;		размножение;		рост;		движение.			1	9
обмен веществ;	3														
раздражимость;															
размножение;															
рост;															
движение.															
SingleSelection	Процесс перемещения организма и его отдельных органов в пространстве или внутриклеточное перемещение это:	<table border="1"> <tr><td>обмен веществ;</td><td>5</td></tr> <tr><td>раздражимость;</td><td></td></tr> <tr><td>размножение;</td><td></td></tr> <tr><td>рост;</td><td></td></tr> <tr><td>движение.</td><td></td></tr> </table>	обмен веществ;	5	раздражимость;		размножение;		рост;		движение.			1	10
обмен веществ;	5														
раздражимость;															
размножение;															
рост;															
движение.															

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

- 1) *Биология как наука, ее достижения, методы исследования, связи с другими науками. Роль биологии в формировании современной естественнонаучной картины мира.*

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

- 35) Энергетический и пластический обмен, их взаимосвязь.
- 36) Стадии энергетического обмена. Брожение и дыхание.
- 37) Стадии биосинтеза белка. Особенности транскрипции и трансляции. Образование вторичной, третичной и четвертичной структуры белков.
- 38) Ткани многоклеточных организмов. Специализация клеток. Основные виды тканей человека.
- 39) Строение и функции эпителиальной ткани человека.
- 40) Строение и функции соединительной ткани человека.
- 41) Строение и функции мышечной ткани человека.
- 42) Строение и функции нервной ткани человека.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пяти-балльная шкала (академическая) оценка	Двух-балльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает низшего уровня.</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 низшего уровня.</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 акад. 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: «Функциональные наноматериалы и современные
технологии»**

Профиль: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2022

Лист согласования

Составители:

Родионова В.В. – зав. лабораторией новых магнитных материалов ИФМНиИТ, к.ф.-м.н.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического совета
института физико-математических наук
и информационных 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
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Готов к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала УК-6.2 Определяет и реализовывает приоритеты собственной деятельности	<p>Знать:</p> <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 <p>Уметь: Проектировать экспериментов по производству различных наноразмерных материалов..</p> <p>Владеть: навыком выбора наилучшей техники для определения структуры, состава и физических свойств материала.</p>

<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 Организует, выполняет экспериментальные исследования на современном уровне и анализирует их результаты ОПК-1.2 В рамках преподавательской деятельности способен обучить базовым навыкам проведения эксперимента на современном уровне</p>	<p>Знать: различия научных подходов к экспериментальным исследованиям в разных странах; Владеть: навыками ведения научных дискуссии в сфере исследований нанотехнологий и их использования Уметь: общаться с иностранными коллегами на английском языке на темы новейших научных достижений в сфере развития нанотехнологий</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 Организует группу для выполнения экспериментальные исследования на современном уровне ОПК-2.2 Принимает решения и разрабатывает концепцию научно-исследовательской работы</p>	<p>Знать: современные проблемы в области развития нанотехнологий; основные задачи и технологические аспекты создания и использования наноматериалов Уметь: искать научную литературу в научных журналах Владеть: навыками работы с иностранной и российской научной литературой</p>
<p>ПКС-2 Способен выполнять измерения параметров наноматериалов и наноструктур, а также оформлять протоколы результатов измерений в соответствии с технологической документацией и инструкциями по эксплуатации оборудования</p>	<p>ПКС-2.1 Измеряет и анализирует различные физические и химические параметры наноматериалов и наноструктур в соответствии с технологической документацией и инструкциями по эксплуатации оборудования</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>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Избранные главы нанотехнологий» представляет собой дисциплину базового модуля обязательной части дисциплин Б1.О.01.04 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. 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 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 ско-</i>

		<i>рости. 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-механический 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. Флуоресценция. 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: 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.</i>

		<p>Основные принципы эллисометрии. Эллисометр. 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 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. 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 равновесия 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 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

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

SingleSelection	<p>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?</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>графены</td></tr> <tr><td>углеродные нанотрубки</td></tr> <tr><td>графиты</td></tr> </table>	графены	углеродные нанотрубки	графиты	2	
графены							
углеродные нанотрубки							
графиты							
SingleSelection	<p>Какой ученый впервые получил и применил углеродные волокна?</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Т.Эдисон</td></tr> <tr><td>А. Эйнштейн</td></tr> <tr><td>Н.Бор</td></tr> </table>	Т.Эдисон	А. Эйнштейн	Н.Бор	1	
Т.Эдисон							
А. Эйнштейн							
Н.Бор							

SingleSelection	Закончите предложение: каждый атом углерода в плоскостях графита связан.....	<div data-bbox="890 181 1273 353" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">с тремя соседними атомами неполярными ковалентными связями</div> <div data-bbox="890 353 1273 526" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">с двумя соседними атомами полярными ковалентными связями.</div> <div data-bbox="890 526 1273 696" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">с четырьмя соседними атомами неполярными ковалентными связями.</div>	1	
SingleSelection	К какой группе относится слепевый графит?	<div data-bbox="890 730 1294 779" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">природный графит</div> <div data-bbox="890 779 1294 864" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">графит, полученный при выплавке чугуна</div> <div data-bbox="890 864 1294 1122" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">графит, образующийся при дегидрогенизации и полимеризации углеродов из конденсированной или газовой фазы</div>	2	
SingleSelection	Как называется способность атомов одного химического элемента соединяться друг с другом различными способами, образуя различные пространственные конфигурации?	<div data-bbox="890 1155 1294 1205" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ковалентность</div> <div data-bbox="890 1205 1294 1254" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">валентность</div> <div data-bbox="890 1254 1294 1290" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">аллотропия</div>	3	
SingleSelection	Какие наноструктуры относятся к комбинированным?	<div data-bbox="890 1503 1294 1588" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">квазитрехмерные тонкоплочные</div> <div data-bbox="890 1588 1294 1637" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">квантовые ямы</div> <div data-bbox="890 1637 1294 1722" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">гетерогенные структуры</div>	3	
SingleSelection	Какие наноструктуры не относятся к комбинированным?	<div data-bbox="890 1805 1294 1890" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">периодические многокомпонентные</div> <div data-bbox="890 1890 1294 1939" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">квантовые ямы</div> <div data-bbox="890 1939 1294 2024" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">гетерогенные структуры</div>	2	

SingleSelection	Какие наноструктуры не относятся к дискретным?	<table border="1"> <tr><td>наночастицы</td></tr> <tr><td>квантовые точки</td></tr> <tr><td>нанопроводники</td></tr> </table>	наночастицы	квантовые точки	нанопроводники	3		
наночастицы								
квантовые точки								
нанопроводники								
SingleSelection	Какие наноструктуры не относятся к дискретным?	<table border="1"> <tr><td>квантовые ямы</td></tr> <tr><td>наночастицы</td></tr> <tr><td>тонкие пленки</td></tr> </table>	квантовые ямы	наночастицы	тонкие пленки	3		
квантовые ямы								
наночастицы								
тонкие пленки								
SingleSelection	Какие наноструктуры не относятся непрерывным?	<table border="1"> <tr><td>нанокластеры</td></tr> <tr><td>квантовые ямы</td></tr> <tr><td>тонкие пленки</td></tr> <tr><td>нанотрубки</td></tr> </table>	нанокластеры	квантовые ямы	тонкие пленки	нанотрубки	2	
нанокластеры								
квантовые ямы								
тонкие пленки								
нанотрубки								

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)	Пяти-балльная шкала (академическая) оценка	Двух-балльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает низшего уровня.</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 сте-	<i>Включает низшего уровня.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения	хорошо		71-85

	пени самостоятельности и инициативы	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. Спириин 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) Jiwang 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) 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 оптики и фотоники».

Шифр: 03.04.02

**Направление подготовки: «Функциональные наноматериалы и современные
технологии»**

Профиль: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2022

Лист согласования

Составители:

к.ф.-м.н., доцент ИФМНиИТ Самусев И.Г

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического совета
института физико-математических наук
и информационных 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
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Готов к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала УК-6.2 Определяет и реализовывает приоритеты собственной деятельности	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.
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 Организует, выполняет экспериментальные исследования на современном уровне и анализирует их результаты ОПК-1.2 В рамках преподавательской деятельности способен обучить базовым навыкам проведения эксперимента на современном уровне	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. Владеть: аппаратом спектрального анализа, методами спектроскопии, навыками применения методов спектрального анализа в различных областях фотоники.
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	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"	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.
ПКС-2	ПКС-2.1 Измеряет и анали-	Знать: основные принципы, ме-

Способен выполнять измерения параметров наноматериалов и наноструктур, а также оформлять протоколы результатов измерений в соответствии с технологической документацией и инструкциями по эксплуатации оборудования	зирует различные физические и химические параметры наноматериалов и наноструктур в соответствии с технологической документацией и инструкциями по эксплуатации оборудования	тоды и технологии фотоники; основные методы спектрального анализа веществ; физические механизмы, лежащие в основе оптических и спектральных методов анализа и контроля веществ. Владеть: аппаратом спектрального анализа, методами спектроскопии, навыками применения методов спектрального анализа в различных областях фотоники.
---	---	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Функциональные наноматериалы для различных приложений» представляет собой дисциплину базового модуля обязательной части дисциплин Б1.О.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>Фотоника объемных полупроводниковых кристаллов</i>	<i>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.</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. 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 кон-

сультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/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

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>	УК-6	<i>Тест</i>
<i>Фотоника полупроводниковых систем с пониженной размерностью</i>	ОПК-1	<i>Тест</i>
<i>Элементы полупроводниковой оптоэлектроники</i>	ОПК-3	<i>Перевод и представление результатов научной статьи по теме дисциплины</i>
<i>Спектральные методы исследования веществ</i>	ПКС-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:

№ 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 колебаний 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 элементар-	А) 2; Б) 5;

	ной ячейке число оптических ветвей колебаний равно:	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.

8.3 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	Пяти-балльная шкала (академи-	Двух-балльная шкала,	БРС, % освоения (рей-

		оценки сформированности)	ческая) оценка	зачет	тинговая 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: «Функциональные наноматериалы и современные
технологии»**

Профиль: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2022

Лист согласования

Составители:

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

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных 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 и 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 Формирует и отстаивает собственные суждения и научные позиции, в том числе на иностранном(ых) языке(ах) УК-4.2 Использует русский и иностранный языки как средства делового общения, четко и ясно излагает проблемы и решения, аргументирует выводы	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 и делает выводы по социальным, этическим, научным и техническим проблемам, возникающим в	Знать: виды и особенности письменных текстов и устных выступлений; понимать общее содержание сложных текстов на абстрактные и конкретные

культур в процессе межкультурного взаимодействия	профессиональной деятельности УК-5.2 Объективно оценивает разнообразие культур и выявляет их индивидуальные особенности	<p>темы, в том числе узкоспециальные тексты.</p> <p>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.</p> <p>Владеть: навыками обсуждения знакомой темы, делая важные замечания и отвечая на вопросы; создания простого связного текста по знакомым или интересующим его темам, адаптируя его для целевой аудитории.</p>
--	---	---

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 "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>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>	a. <i>Nanomedicine</i> <i>Grammar:</i> <i>Inversion</i> <i>How to write “introduction” part of your article</i>
8	<i>Nanoscale glass bottles</i>	a. <i>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	<i>общая беседа, обсуждение в парах, группах</i>
<i>Properties of 2D nanomaterials</i>	УК-5	<i>проект</i>
<i>Nanomaterials 3D</i>	УК-4	<i>резюме</i>
<i>MXenes</i>	УК-5	<i>индивидуальный проект</i>
<i>Metal Organic Framework (MOF)</i>	УК-4	<i>творческий проект</i>
<i>Nanobiology. Nanomimetics</i>	УК-5	<i>общая беседа, обсуждение в парах, группах</i>
<i>Biomolecular coronas</i>	УК-4	<i>проект</i>
<i>Nanoscale glass bottles</i>	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	the earth's	3	Technology

	space elevator connect? (Choose the correct answer)	surface to stars the earth's surface to space the earth's surface to the sun		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	whether weather	1	Technology in use.

	hypothesis is true. (Complete the sentence)	whatever		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 space are called ... (Complete the sentence)	garbage space debris wastes	2	Technology in use. Redundant 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	prevents ensures allows	2	Technology in use. There's a setting on the

	movement. (Complete the sentence)			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,	отлично	зачтено	86-100

		решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий			
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и 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

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

Шифр: 03.04.02

**Направление подготовки: «Функциональные наноматериалы и современные
технологии»**

Профиль: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2022

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 института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического совета
института физико-математических наук
и информационных 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
ПКС-2 Способен выполнять измерения параметров наноматериалов и наноструктур, а также оформлять протоколы результатов измерений в соответствии с технологической документацией и инструкциями по эксплуатации оборудования	ПКС-2.1 Измеряет и анализирует различные физические и химические параметры наноматериалов и наноструктур в соответствии с технологической документацией и инструкциями по эксплуатации оборудования	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

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Функциональные наноматериалы для различных приложений» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.03.01.01 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>Введение, историческая справка и основы оптики</i>	<i>Краткая историческая справка, роль микроскопии, как метода исследования, в развитии естественных наук. Природа света, волны и фотоны. Энергия светового излучения. Основы геометрической и волновой оптики. Оптические системы и построение изображения. Законы преломления и отражения. 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, иммерсионная оптика, тестирование разрешающей способности. Разрешающая способность по глубине, глубина резкости. Полезное увеличение при визуальных наблюдениях.</p>
4	Генерация контраста в световой микроскопии и подготовка образцов для работы в проходящем свете.	<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	Флуоресцентные методы микроскопического исследования в биологии.	<p>Феномен флуоресценции. Флуоресцентные трейсеры для биологических исследований – низкомолекулярные флуорохромы, конъюгаты, флуоресцентные белки. Внесение флуоресцентных трейсеров в биологические объекты – иммуноцитохимия и генетические конструкции. 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.</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	Лазерный сканирующий конфокальный микроскоп.	<p>Принципиальная схема. Освещение с помощью точечного источника. Почему лазер? Диафрагма детектора, детектор. Принцип сканирования. Возможности конфокального микроскопа – трехмерная реконструкция, динамические эксперименты с использованием флуоресцентных белков. Фотообесцвечивание флуорохромов – применение. Ограничения и особенности конфокального микроскопа. Конфокальные микроскопы с целевой и дисковой разверткой. 4Pi-</p>

		<p>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, катодлюминисценция, 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.</p> <p>Сканирующий электронный микроскоп со сфокусированным ионным пучком (FIB-SEM), возможности и применения.</p>
10	Подготовка биологического образца для электронно-микроскопического исследования.	<p>Типы объектов. Фиксация, контрастирование, обезвоживание замещением, сушка в критической точке. Стабилизация образцов: заливка в полимерные материалы, напыление углеродом и металлами. Приготовление ультратонких срезов. Дополнительное контрастирование.</p> <p>Крио-методы. Физические принципы, быстрая заморозка, предотвращение кристаллизации воды, замораживание-скалывание, замораживание-травление, криозамещение, приготовление ультратонких срезов витрифицированных образцов. Стую-</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 целевой 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. 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	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
--	-----------------------	---

	компетенции (или её части)	текущий контроль по дисциплине
<i>Введение, историческая справка и основы оптики</i>	ПКС-2	Опрос
<i>Глаз, как оптическая система и разрешающая способность оптических систем.</i>	ПКС-2	Опрос
<i>Принципиальная схема микроскопа</i>	ПКС-2	Опрос
<i>Генерация контраста в световой микроскопии и подготовка образцов для работы в проходящем свете.</i>	ПКС-2	Опрос
<i>Флуоресцентные методы микроскопического исследования в биологии.</i>	ПКС-2	Опрос
<i>Лазерный сканирующий конфокальный микроскоп.</i>	ПКС-2	Опрос
<i>Преодоление дифракционного предела в оптической микроскопии</i>	ПКС-2	Опрос
<i>Электронная микроскопия</i>	ПКС-2	Опрос
<i>Сканирующий электронный микроскоп.</i>	ПКС-2	Опрос
<i>Подготовка биологического образца для электронно-микроскопического исследования.</i>	ПКС-2	Опрос

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

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. SingleSelection (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 пермеабиллизации в иммуноцитохимическом исследовании.
- 19) Роль точечной диафрагмы в функционировании конфокального микроскопа.
- 20) FRAP-эксперимент: физические основы и область применения.
- 21) TIRF-микроскопия – особенность метода и физический принцип.
- 22) Локализационный подход к реализации суперразрешения – основные принципы.
- 23) Почему мультифотонному конфокальному микроскопу не нужна диафрагма детектора?
- 24) Фотоэлектронный умножитель – принцип работы.
- 25) Области применения и ограничения электронной микроскопии.
- 26) Место электронной микроскопии среди методов визуализации биологических объектов и явлений.
- 27) Базовые принципы работы электронного микроскопа.
- 28) *Эффекты, возникающие при взаимодействии электронов с веществом*

- 29) Устройство электронного микроскопа, принцип генерации контраста при рутинном биологическом исследовании.
- 30) Особенности биологического образца (на примере клеток и фрагментов тканей), как объекта электронно-микроскопического исследования.
- 31) Роль фиксации и 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)	Пяти-балльная шкала (академическая) оценка	Двух-балльная 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 знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с	<i>Включает низестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими тео-	хорошо		71-85

	большой степени самостоятельности и инициативы	ретические 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) 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) 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

«Молекулярная фотоника»

Шифр: 03.04.02

**Направление подготовки: «Функциональные наноматериалы и современные
технологии»**

Профиль: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2022

Лист согласования

Составители:

к.ф.-м.н., доцент ИФМНиИТ Самусев И.Г.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического совета
института физико-математических наук
и информационных технологий

к.ф.-м.н., доцент

Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич

Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Молекулярная фотоника»
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: «Молекулярная фотоника».

Цель дисциплины: овладение студентами основными принципами, законами, методами, технологиями молекулярной фотоники

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
<i>УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий</i>	<i>УК-1.1 Осуществляет выбор информационных ресурсов для поиска информации в соответствии с поставленной учебной задачей УК-1.2 Систематизирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованием учебного задания УК-1.3 Формулирует и аргументирует выводы и суждения, в том числе с применением философского понятийного аппарата</i>	Знать: основные оптические эффекты, возникающие в молекулярных системах, и кооперативные явления на их основе; Уметь: правильно использовать закономерности для реализации потенциальных возможностей материалов при проектировании и создании систем молекулярной фотоники;. Владеть: навыками моделирования фотофизических процессов с участием молекулярных систем.
<i>УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</i>	<i>УК-2.1. Определяет и формулирует цели и задачи проекта УК-2.2. Осуществляет организацию и реализацию поставленных целей проекта</i>	Знать: физическую и химическую сущность процессов и явлений, протекающих в молекулярных системах при взаимодействии с излучением оптического диапазона. Уметь: использовать математический аппарат теории квантовой оптики при разработке систем молекулярной фотоники Владеть: моделирования фотохимических процессов с участием молекулярных систем.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Молекулярная фотоника» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.03.03.03 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>Принципы молекулярной фотоники</i>	<i>Формула волны. Законы отражения и преломления. Интерференция. Дифракция. Поляризация. «Старая» квантовая теория. Атомные орбитали. Молекулярные орбитали. Уравнения Максвелла. Электромагнитный потенциал. Квантование гармонического осциллятора. Квантование поля излучения. Принципы взаимодействия излучения с молекулярными системами. Поглощение и испускание света. Фотофизические процессы. Фотохимические процессы. Явление рассеяния излучения. Принципы работы лазеров.</i>
2	<i>Фотохимические реакции</i>	<i>Характеристики фотохимических реакций. Электронно-возбужденные состояния и химические реакции. Фотохимические реакции с участием твердого тела. Фоточувствительные полимеры. Фотохромизм. Фоточувствительные молекулы. Фотохимия и биотехнология.</i>
3	<i>Фотофизические процессы</i>	<i>Перенос энергии электронного возбуждения.</i>

		<i>Фотоиндуцированный перенос электро-на. Фотопроводимость и органические фотопроводники. Мембраны с фотоиндуцированным переносом электрона. Люминесцентные вещества. Хеми- и электролюминесценция.</i>
4	<i>Взаимодействие света с веществом: рассеяние</i>	<i>Рассеяние Рэлея. Комбинационное рассеяние света. Рассеяние Мандельштама – Бриллюэна. Потери при распространении света в оптическом волокне. Электрооптические эффекты. Магнитооптические эффекты. Акустооптические эффекты.</i>
5	<i>Взаимодействие света с веществом: поглощение, многофотонное поглощение; основы когерентной спектроскопии</i>	<i>Лазеры и когерентное излучение. Спектроскопия поглощения света. Нелинейная восприимчивость. Преобразование частоты излучения. Нелинейные оптические материалы. Ко-герентная спектроскопия комбинационного рассеяния. Техника фотонного эха.</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 молекулярной фотоники

Фотохимические реакции

Фотофизические процессы

Взаимодействие света с веществом: рассеяние

Взаимодействие света с веществом: поглощение, многофотонное поглощение; основы когерентной спектроскопии

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1. Принципы молекулярной фотоники

Формула волны. Законы отражения и преломления. Интерференция. Дифракция. Поляризация. «Старая» квантовая теория. Атомные орбитали. Молекулярные орбитали. Уравнения Максвелла. Электромагнитный потенциал. Квантование гармонического осциллятора. Квантование поля излучения. Принципы взаимодействия излучения с молекулярными системами. Поглощение и испускание света. Фотофизические процессы. Фотохимические процессы. Явление рассеяния излучения. Принципы работы лазеров.

Тема 2. Фотохимические реакции

Характеристики фотохимических реакций. Электронно-возбужденные состояния и химические реакции. Фотохимические реакции с участием твердого тела. Фоточувствительные полимеры. Фотохромизм. Фоточувствительные молекулы. Фотохимия и биотехнология.

Тема 3. Фотофизические процессы

Перенос энергии электронного возбуждения. Фотоиндуцированный перенос электрона. Фотопроводимость и органические фотопроводники. Мембраны с фотоиндуцированным переносом электрона. Люминесцентные вещества. Хеми- и электролюминесценция.

Тема 4. Взаимодействие света с веществом: рассеяние

Рассеяние Рэлея. Комбинационное рассеяние света. Рассеяние Мандельштама – Бриллюэна. Потери при распространении света в оптическом волокне. Электрооптические эффекты. Магнитооптические эффекты. Акустооптические эффекты.

Тема 5. Взаимодействие света с веществом: поглощение, многофотонное поглощение; основы когерентной спектроскопии

Лазеры и когерентное излучение. Спектроскопия поглощения света. Нелинейная восприимчивость. Преобразование частоты излучения. Нелинейные оптические материалы. Когерентная спектроскопия комбинационного рассеяния. Техника фотонного эха.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Принципы молекулярной фотоники Фотохимические реакции Фотофизические процессы Взаимодействие света с веществом: рассеяние

Взаимодействие света с веществом: поглощение, многофотонное поглощение; основы когерентной спектроскопии *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 молекулярной фотоники Фотохимические реакции Фотофизические процессы Взаимодействие света с веществом: рассеяние*

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 уточ-

няющие 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 молекулярной фотоники</i>	УК-1	Контрольная работа (письменный опрос)
<i>Фотохимические реакции</i>	УК-2	Контрольная работа (письменный опрос)
<i>Фотофизические процессы</i>	УК-1	Контрольная работа (письменный опрос)
<i>Взаимодействие света с веществом: рассеяние</i>	УК-2	Самостоятельная работа (письменный опрос)
<i>Взаимодействие света с веществом: поглощение, многофотонное поглощение; основы когерентной спектроскопии</i>	УК-1	Самостоятельная работа (письменный 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:

Темы для перевода и доклада:

- 1) Методы микроскопии и спектроскопии в биофотонике
- 2) Флуоресцентные методы определения уровня глюкозы в крови
- 3) Новые биочипы
- 4) Микроструктура волокон в биофотонике
- 5) Идентификация и определение свойств микроорганизмов с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния света
- 6) Сортировка клеток
- 7) Лазерное приготовление гистологических срезов
- 8) Классическая микроскопия
- 9) Виртуальная микроскопия
- 10) Инструментарий *in vitro*
- 11) Инструментарий *in vivo*
- 12) Флуоресцентные образцы, стандарты; технология зеленых белков
- 13) Оптическая когерентная томография для хирургии
- 14) Диффузионная оптическая томография
- 15) Рамановская микроскопия
- 16) CARS-микроскопия
- 17) Метод ИК спектральной цитопатологии при определении вирусных инфекций в клетках эпителия
- 18) Молекулярные ловушки для фотосенсибилизаторов
- 19) OLED как новое поколение источников для фотодинамической терапии рака кожи
- 20) Наночастицы для фотодинамической терапии
- 21) Оптическая когерентная томография в хирургии онкозаболеваний
- 22) Методы визуализации кровяного тока
- 23) Оптическая оксиметрия
- 24) Фотонная терапия
- 25) Бронхоскопия
- 26) Лазерная терапия
- 27) Неинвазивная флуоресцентная томография при лечении ревматоидного артрита
- 28) Диффузионная оптическая томография артроза
- 29) Лазерная доплеровская томография
- 30) Глазная диагностика и томография
- 31) Диагностика глаукомы
- 32) Раннее детектирование катаракты
- 33) Диабетическая ретинопатия
- 34) Лазерная терапия глаукомы
- 35) Диагностика и томография мозга
- 36) Диагностика кожи
- 37) Немеланомный рак кожи
- 38) Измерение уровня глюкозы и других метаболитов в коже
- 39) Лазерная хирургия
- 40) Эндовенозная лазерная терапия

41) Лазерная абляция дентоматериалов

42) Лазерная абляция твердых тканей

Пример варианта теста

№ п/п	Задание	Варианты ответа
1	Характерные величины энергий электронных состояний молекул лежат в диапазонах:	А) $50 - 40\,000\text{ см}^{-1}$; Б) $0.01 - 200\text{ см}^{-1}$; В) $10\,000$ до $100\,000\text{ см}^{-1}$.
2	В приближении электрического диполя происходит взаимодействие:	А) напряженности магнитного поля с магнитным дипольным моментом квантовой системы; Б) напряженности электрического поля с магнитным дипольным моментом квантовой системы; В) напряженности электрического поля с электрическим дипольным моментом квантовой системы; Г) напряженности электрического поля с электрическим квадрупольным моментом квантовой систем.
3	Правила отбора для излучательных переходов формулируются:	А) в приближении электрического квадрупольного; Б) в приближении электрического дипольного; В) в приближении магнитного дипольного; Г) в приближении электрического квадрупольного и магнитного дипольного; д) в приближении электрического и магнитного дипольного.
4	Интенсивность поля мультипольного излучения называется:	А) интенсивностью излучения электрического дипольного; Б) интенсивностью излучения магнитного дипольного; В) интенсивностью излучения электрического квадрупольного.
5	В решении волнового уравнения для электромагнитного мультипольного излучения электрического типа перпендикулярен направлению распространения излучения:	А) вектор напряженности магнитного поля; Б) вектор напряженности электрического поля; В) как вектор напряженности магнитного поля, так и вектор напряженности электрического поля; Г) вектора напряженностей магнитного и электрического имеют составляющие вдоль направления распространения излучения.
6	В приближении электрического диполя разрешенными являются переходы со следующим изменением четности состояния:	А) четность состояния меняется; Б) четность состояния не меняется; В) четность состояния не имеет значения.

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

- 1) Формула волны.
- 2) Законы отражения и преломления.

- 3) Интерференция.
- 4) Дифракция.
- 5) Поляризация.
- 6) «Старая» квантовая теория.
- 7) Атомные орбитали.
- 8) Молекулярные орбитали.
- 9) Уравнения Максвелла.
- 10) Электромагнитный потенциал.
- 11) Квантование гармонического осциллятора.
- 12) Квантование поля излучения.
- 13) Принципы взаимодействия излучения с молекулярными системами.
- 14) Поглощение и испускание света.
- 15) Фотофизические процессы.
- 16) Фотохимические процессы.
- 17) Явление рассеяния излучения.
- 18) Принципы работы лазеров.
- 19) Характеристики фотохимических реакций.
- 20) Электронно-возбужденные состояния и химические реакции.
- 21) Фотохимические реакции с участием твердого тела.
- 22) Фоточувствительные полимеры.
- 23) Фотохромизм.
- 24) Фоточувствительные молекулы.
- 25) Фотохимия и биотехнология.
- 26) Перенос энергии электронного возбуждения.
- 27) Фотоиндуцированный перенос электрона.
- 28) Фотопроводимость и органические фотопроводники.
- 29) Мембраны с фотоиндуцированным переносом электрона.
- 30) Люминесцентные вещества.
- 31) Хеми- и электролюминесценция.
- 32) Рассеяние Рэлея.
- 33) Комбинационное рассеяние света.
- 34) Рассеяние Мандельштама – Бриллюэна.
- 35) Потери при распространении света в оптическом волокне.
- 36) Электрооптические эффекты.
- 37) Магнитооптические эффекты.
- 38) Акустооптические эффекты.
- 39) Лазеры и когерентное излучение.
- 40) Спектроскопия поглощения света.
- 41) Нелинейная восприимчивость.
- 42) Преобразование частоты излучения.
- 43) Нелинейные оптические материалы.
- 44) Когерентная спектроскопия комбинационного рассеяния.
- 45) Техника фотонного эха.
- 46) Понятие фотобиологического процесса.
- 47) Внутри- и межмолекулярные процессы переноса энергии.

- 48) Спектр фотобиологического действия.
- 49) Кислороднезависимые фотосенсибилизированные реакции.
- 50) Кислородзависимые сенсibiliзирoванные реакции.
- 51) Синглетный кислород и другие активные формы кислорода.
- 52) Кинетический анализ реакций фотосенсибилизированного окисления.
- 53) Классификация реакций фотосенсибилизированного окисления.
- 54) Этитема.
- 55) Пигментация кожи.
- 56) Синтез витамина D₃.
- 57) Фотоканцерогенез.
- 58) Фотоаллергия и фотоиммуносупрессия.
- 59) Низкоинтенсивная лазерная терапия.
- 60) Основы фотоинамической терапии. Фотосенсибилизаторы
- 61) Клеточные механизмы фотодинамической терапии.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пяти-балльная шкала (академическая) оценка	Двух-балльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает низшего уровня.</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 низшего уровня.</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) Тучин, В. В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях/ В. В. Тучин. - 2-е изд., испр. и доп.. - М.: Физматлит: Изд-во СГУ, 2010. - 488 с.
- 2) Свищев, Г. М. Конфокальная микроскопия и ультрамикроскопия живой клетки/ Г. М. Свищев. - М.: Физматлит, 2011. - 120 с.
- 3) Аплеснин, С. С. Задачи и тесты по оптике и квантовой механике: учеб. пособие для вузов/ С. С. Аплеснин, Л. И. Чернышова, Н. В. Филенкова. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2012. - 330 с.
- 4) Тучин, В. В. Оптика биологических тканей. Методы рассеяния света в медицинской диагностике/ В. В. Тучин; пер. с англ. В. Л. Деброва, под ред. В. В. Тучина. - Москва: Физматлит, 2012. - 811 с.
- 5) Фотоника биоминеральных и биомиметических структур и материалов/ Ю. Н. Кульчин [и др.]. - М.: Физматлит, 2011. - 223 с.
- 6) Степанов, Е. В. Диодная лазерная спектроскопия и анализ молекул-биомаркеров/ Е. В. Степанов. - М.: Физматлит, 2009. - 416 с.

Дополнительная литература:

- 1) Цирельсон В. Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела : учеб. пособие для вузов/ В. Г. Цирельсон. -3-е изд., испр.. -Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2014. -1 on-line, 522 с. (электронный учебник).
- 2) Сидоров А. И. Основы фотоники: физические принципы и методы преобразования оптических сигналов в устройствах фотоники : учеб. пособие/ А. И. Сидоров; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО С.-Петерб. НИУ информ. технологий, механики и оптики. -Санкт-Петербург, 2014 - 148 с. (электронный учебник).
- 3) Либенсон, М. Н. Лазерно-индуцированные оптические и термические процессы в конденсированных средах и их взаимное влияние/ М. Н. Либенсон; С.-Петерб. гос. ун-т информ. технологий. - СПб.: Наука, 2007. - 423 с.
- 4) Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Силовая оптика/ В. П. Вейко [и др.]; под ред. В. И. Конова. - М.: Физматлит, 2008. – 308 с.
- 5) Знаменский, Н. В. Спектры и динамика оптических переходов редкоземельных ионов в кристаллах/ Н. В. Знаменский, Ю. В. Малюкин. - М.: Физматлит, 2008. - 191 с.

- б) Козлов, С. А. Основы фемтосекундной оптики/ С. А. Козлов, В. В. Самарцев. - М.: Физматлит, 2009. - 291 с.
- 7) Ремизов, А. Н. Учебник по медицинской и биологической физике: учеб. по физике для студентов мед. вузов/ А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потапенко. - 9-е изд., стер.. - М.: Дрофа, 2010. – 558 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

«Нано-, физика поверхностей и их фазовых границ»

Шифр: 03.04.02

**Направление подготовки: «Функциональные наноматериалы и современные
технологии»**

Профиль: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2022

Лист согласования

Составители:

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

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического совета
института физико-математических наук
и информационных 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-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Готов к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала УК-6.2 Определяет и реализовывает приоритеты собственной деятельности	Знать: инновационные принципы восходящей сборки магнитных наноструктур; инновационные принципы подходов «сверху вниз» для проектирования трех-, двух- и одномерных наномагнетиков; экспериментальные методы изготовления наномагнетиков и настройки их магнитных свойств; понять физическое и химическое происхождение изменений, происходящих в наномагнетиках, по сравнению с соответствующим объемным магнитом; несколько применений наноструктур в технологии; специальные вопросы, связанные с использованием наночастиц при сборе энергии и биомедицинских применениях. Уметь: выбирать наилучшую аналитическую технологию для определения структуры, состава и магнитных свойств объекта; проектировать эксперименты по созданию различных наноразмерных магнитных материалов. Владеть: знанием о свойствах наномагнитных материалов; знанием о подходах «снизу-вверх» для контроля размеров, формы, состава и морфологии наномагнитов. Это включает в себя: а) методы химического синтеза для получения выбранных по размеру и монодисперсных наночастиц с различными формами, размерами и составом (металл, сплав, оксид, полу-

		проводник) и б) электрохимическое осаждение; пониманием особых физических свойств, возникающих в наноструктурах, из-за большого отношения поверхности к объему.
--	--	---

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</i>	<i>Введение. Законы термодинамики. Энтропия. Свободная энергия. Нуклеация.</i>

	<i>процессов</i>	<i>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, плазмоника.

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. Нанокompозиты. 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, плазмоника.

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 тонкоплёночных структур Экспериментальные методы изучения наноматериалов (химический состав и морфология 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 морфология 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 дан-

ной 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 освое-

ния 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-6</i>	<i>тест</i>
<i>2 Классификация наноматериалов</i>	<i>УК-6</i>	<i>тест</i>
<i>3 Классификация методик синтеза наноматериалов</i>	<i>УК-6</i>	<i>тест</i>
<i>4 Физические методы синтеза наноматериалов</i>	<i>УК-6</i>	<i>тест</i>
<i>5 Химические методы синтеза наноматериалов</i>	<i>УК-6</i>	<i>тест</i>
<i>6 Методы эпитаксиального роста тонкоплёночных структур</i>	<i>УК-6</i>	<i>тест</i>
<i>7 Экспериментальные методы изучения наноматериалов (химический состав и морфология поверхностей).</i>	<i>УК-6</i>	<i>тест</i>
<i>8 Экспериментальные методы изучения наноматериалов (дифракционные методы структурного анализа)</i>	<i>УК-6</i>	<i>тест</i>
<i>9 Оптические методы изучения наноматериалов, плазмоника.</i>	<i>УК-6</i>	<i>тест</i>
<i>10 Люминесценция наноматериалов.</i>	<i>УК-6</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, плазмоника.

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)	Пяти-балльная шкала (академическая) оценка	Двух-балльная 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 знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает низестоящий 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. *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: «Функциональные наноматериалы и современные
технологии»**

Профиль: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2022

Лист согласования

Составители:

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

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического совета
института физико-математических наук
и информационных технологий

к.ф.-м.н., доцент

Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич

Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Нanomатериалы 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 Осуществляет выбор информационных ресурсов для поиска информации в соответствии с поставленной учебной задачей УК-1.2 Систематизирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованием учебного задания УК-1.3 Формулирует и аргументирует выводы и суждения, в том числе с применением философского понятийного аппарата</p>	<p>Знать: особенности строения клеточных мембран и транспорта и их физические особенности; клеточное строение и особенности строения и функций клеточных органелл и их влияние на физические процессы в клетке; строение и функции генетического аппарата клеток; фундаментальные процессы клеточного метаболизма и физический аспект их протекания; особенности физических реакций транспорта веществ через клеточную мембрану; процессы контроля экспрессии генов; физические механизмы взаимосвязи между клетками; механизмы и пути клеточной гибели; основные методы нанотехнологии; методы применения нанотехнологий в медицине и других отраслях. 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. Навыками: овладеть основными методами работы с клеточными культурами, планиро-</p>

		вания и проведения независимого эксперимента, основанного на применении магнитных наноматериалов.
--	--	---

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

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. Наномagnetизм 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. Наномagnetизм 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	Тема 14. Применение биологических сборок в нанотехнологиях	Биологические системы, синтетическое молекулярное распознавание. Сложность молекулярного распознавания.
15	Тема 15 Медицинское применение бионанотехнологии.	Химические связи и энергия связи. Направленность химических связей. Водородные связи и гидрофобные взаимодействия. Самоорганизующиеся наноматериалы на основе пептидов: наноматериалы с короткими и полипептидными свойствами
16	Тема 16 Другие области применения бионанотехнологии, нано-сельского хозяйства, водных технологий, нано-косметики.	Адресная доставка. Доставка лекарственных препаратов. Биовизуализация. Разработка вакцин.

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 протеасом. Ионные каналы: биологическая роль, классификация по типу и клеточная локализация

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

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

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

Тема 16. Применение биологических сборок в нанотехнологиях. Адресная доставка. Доставка лекарственных препаратов. Бיוвизуализация. 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 биологическихборок в нанотехнологиях Медицинское применение бионанотехнологий. 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 данной дисциплине не зависят от формы реализации данной дисциплины.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал

прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1 Введение в клеточную биологию.	УК-1	тест
Тема 2. Внутренняя организация клетки прокариот.	УК-1	тест
Тема 3. Внутренняя организация клетки эукариот.	УК-1	тест
Тема 4. Вирусы.	УК-1	тест
Тема 5. Клеточный цикл.	УК-1	тест
Тема 6. Деление клетки.	УК-1	тест
Тема 7. Введение в нанотехнологии.	УК-1	тест
Тема 8. Наномагнетизм в медицине: введение в квантовые точки.	УК-1	тест
Тема 9. Наномагнетизм в медицине	УК-1	тест
Тема 10. Наночастицы в медицине	УК-1	тест
Тема 11. Фотодинамика и терапия рака.	УК-1	тест
Тема 12. Молекулярное распо-	УК-1	тест

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>знание и сборка биологических структур.</i>		
<i>Тема 13. Формирование ДНК и сборка пептидных наноматериалов</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 14. Применение биологических сборок в нанотехнологиях</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 15 Медицинское применение бионанотехнологии.</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 16 Другие области применения бионанотехнологии, нано-сельского хозяйства, водных технологий, нанокосметики.</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 17. Перспективы развития нанобиотехнологии и бионанотехнологии.</i>	<i>УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Тема 18 Другие применения бионанотехнологии (наноагрокультура, водные технологии, нанокосметика и т. д.). Будущие перспективы нанобиотехнологии и бионанотехнологии</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:	<table border="1"> <tr><td>белок;</td></tr> <tr><td>кодон;</td></tr> <tr><td>триплет;</td></tr> <tr><td>нуклеиновая кислота;</td></tr> <tr><td>ген.</td></tr> </table>	белок;	кодон;	триплет;	нуклеиновая кислота;	ген.	5	1
белок;									
кодон;									
триплет;									
нуклеиновая кислота;									
ген.									
SingleSelection	Хроматин – это:	<table border="1"> <tr><td>ДНК + белок;</td></tr> <tr><td>РНК + белок;</td></tr> <tr><td>ДНК + углевод;</td></tr> <tr><td>ДНК + липид;</td></tr> <tr><td>рРНК + белок.</td></tr> </table>	ДНК + белок;	РНК + белок;	ДНК + углевод;	ДНК + липид;	рРНК + белок.	1	1
ДНК + белок;									
РНК + белок;									
ДНК + углевод;									
ДНК + липид;									
рРНК + белок.									

SingleSelection	В процессе деления клетки из хроматина формируются:	ДНК; РНК; белки; гены; хромосомы.	5	1
SingleSelection	Соматическая клетка организма в норме имеет:	гаплоидный набор; диплоидный набор; одинарный набор; аутосомы; гетеросомы.	2	1
SingleSelection	Половая клетка в норме имеет:	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:	метацентрическая; акроцентрическая; субметацентрическая; метафазная; анафазная.	2	1
SingleSelection	Плечи хромосомы равны. Такая хромосома называется:	метацентрическая; акроцентрическая; субметацентрическая; метафазная; анафазная.	1	1
SingleSelection	У хромосомы центромера смещена к краю, плечи не равны. Такая хромосома называется:	метацентрическая; акроцентрическая; 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

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1) Эукариотические и прокариотические клетки.

- 2) Универсальные принципы живых клеток.
- 3) Эукариотическая клеточная организация и функция
- 4) Структура и динамика мембран.
- 5) Мембранные насосы.
- 6) Мембранные носители.
- 7) Мембранные каналы.
- 8) Физиология мембран.
- 9) Ядерная и хромосомная структура и функция.
- 10) Эндоплазматический ретикулум и аппарат Гольджи.
- 11) Функции митохондрий и лизосом
- 12) Клеточный цикл.
- 13) Введение в клеточный цикл.
- 14) Фаза G1 и регуляция клеточной пролиферации.
- 15) S-фаза и репликация ДНК.
- 16) Фаза G2 и контроль входа в митоз.
- 17) Митоз.
- 18) Мейоз.
- 19) Клеточная гибель.
- 20) Основные понятия о запрограммированной гибели клеток.
- 21) Клетки, которые подвергаются запрограммированной гибели клеток.
- 22) Сигналы, которые приводят к гибели клеток.
- 23) Апоптоз.
- 24) Некроз.
- 25) Механизмы взаимосвязи между клетками.
- 26) Внутриклеточная связь и сигналы клеток.
- 27) Прием, трансдукция и ответ.
- 28) Локальные и междуклеточные сигналы.
- 29) ДНК, хромосомы и геномы.
- 30) Ядерная и хромосомная структура и функция.
- 31) Хромосомная организация.
- 32) Упаковка ДНК в хроматин и хромосомы.
- 33) Контроль экспрессии генов.
- 34) Блок транскрипции.
- 35) Биогенез РНК.
- 36) Эукариотические РНК-полимеразы и их промоторы.
- 37) Факторы и элементы транскрипции.
- 38) Элонгация и терминация транскрипции
- 39) Основная терминология бионанотехнологии.
- 40) Концепт бионанотехнологии.
- 41) Применение бионанотехнологий.
- 42) 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 протеасом.

- 54) Ионные каналы: биологическая роль, классификация по типу и клеточная локализация
- 55) Возникновение биологической активности путем самоорганизации.
- 56) Самосборка с помощью межмолекулярных взаимодействий.
- 57) Разработка органоидов.
- 58) Биологическое применение самосборки: доставка лекарств, магнитная доставка лекарств.
- 59) Молекулярное распознавание и сборка биологических структур.
- 60) Биологические системы, синтетическое молекулярное распознавание.
- 61) Сложность молекулярного распознавания.
- 62) Формирование ДНК-основы и сборка наноматериалов на основе пептидов.
- 63) Химические связи и энергия связей.
- 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) Бивизуализация.
- 70) Разработка вакцин.
- 71) Медицинское применение бионанотехнологий.
- 72) Как связаны 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)	Пяти-балльная шкала (академическая) оценка	Двух-балльная 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	отлично	зачтено	86-100

		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 низшего уровня.</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 и бизнес-навыки»

Шифр: 03.04.02

**Направление подготовки: «Функциональные наноматериалы и современные
технологии»**

Профиль: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2022

Лист согласования

Составители: Родионова В.В. – зав. лабораторией новых магнитных материалов ИФМНиИТ,
к.ф.-м.н.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического совета
института физико-математических наук
и информационных 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 и бизнес-навыки».

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 Формирует и отстаивает собственные суждения и научные позиции, в том числе на иностранном(ых) языке(ах) УК-4.2 Использует русский и иностранный языки как средства делового общения, четко и ясно излагает проблемы и решения, аргументирует выводы	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.
УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1 Анализирует и делает выводы по социальным, этическим, научным и техническим проблемам, возникающим в профессиональной деятельности УК-5.2 Объективно оценивает разнообразие культур и выявляет их индивидуальные особенности	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

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Научное общение, презентация научных результатов и бизнес-навыки» представляет собой дисциплину профильного модуля Б1.В.01.01 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>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. Стиль: разные стили обучения</i>

5	Что?	<i>Повествование: рассказывание историй. Убеждение: этос, пафос и логотип. Объяснение: обучение чему-то новому.</i>
6	КАК?	<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	Письменная коммуникация	
8	Онлайн коммуникация	

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 логотип. 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? Кто? 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 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>Вступление</i>	УК-4	<i>тест</i>
<i>Почему?</i>	УК-5	<i>тест</i>
<i>Кто?</i>	УК-4	<i>тест</i>
<i>Кто?</i>	УК-5	<i>тест</i>
<i>Что?</i>	УК-4	<i>тест</i>
<i>КАК?</i>	УК-5	<i>тест</i>
<i>Письменная коммуникация</i>	УК-4	<i>тест</i>
<i>Онлайн коммуникация</i>	УК-5	<i>тест</i>
<i>Вступление</i>	УК-4	<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:

- 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.

8.3 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)	Пяти-балльная шкала (академическая) оценка	Двух-балльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает низшего уровня.</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 низшего уровня.</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 r=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 r=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 r=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 r=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 r=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 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: «Функциональные наноматериалы и современные
технологии»**

Профиль: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2022

Лист согласования

Составители:

Др. Карпенков Д.Ю. – Национальный Университет Науки и Технологии МИСиС; Др. Родионова В.В. – заведующая Лабораторией Новых Магнитных Материалов БФУ им. И. Канта, к.ф.-м.н.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического совета
института физико-математических наук
и информационных 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-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Готов к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала УК-6.2 Определяет и реализовывает приоритеты собственной деятельности	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; различные типы магнитных наночастиц (наносферы, нанопроволоки и нанотрубки) и их биомедицинское применение; основные свойства и функциональные применения ферромагнитных тонких плёнок и микропроводов; основы материаловедения; 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 биомедицинских приложениях. Владеть: представлением об акту-
ПКС-1 Способен находить, анализировать возможности использования и использовать источники необходимой для планирования учебных занятий и методических пособий профессиональной информации (включая методическую литературу, электронные образовательные ресурсы)	ПКС-1.1 Осуществляет поиск и анализ информации, необходимой для организации учебных занятий и подготовки методических пособий ПКС1.2 Систематизирует профессиональную информацию и оформляет в методические пособия	

		альной теме магнитной памяти для хранения данных, от разных классов магнитных ОЗУ, до памяти на основе доменных стенок и бинарных статических устройств 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 "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>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</i>	<i>Явление обменного смещения и его физические основы</i>

	<i>применения.</i>	<i>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</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.

Высокочувствительная магнитная сенсорика для биомедицинских приложений.

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

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 адиабатического калориметра.
3. Изучение основных методик получения магнитокалорических материалов.
4. Расчет магнитокалорических параметров: максимум магнитной энтропии, ширина полумаксимума, относительная охлаждающей мощности (RCP) и охлаждающая емкости (RC).
5. Изучение характеристик источников постоянного и переменного магнитного поля.
6. Альтернативные методы твердотельного охлаждения: термоэлектрический 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 MAX-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>$\Delta S_M = \int_{H_1}^{H_2} \frac{\delta M}{\delta T} dH$</td></tr> <tr><td>$\Delta S_M = \int_{T_1}^{T_2} \frac{\delta M}{\delta H} dT$</td></tr> </table>	$\Delta S_M = \int_{H_1}^{H_2} \frac{\delta M}{\delta T} dH$	$\Delta S_M = \int_{T_1}^{T_2} \frac{\delta M}{\delta H} dT$		
$\Delta S_M = \int_{H_1}^{H_2} \frac{\delta M}{\delta T} dH$						
$\Delta S_M = \int_{T_1}^{T_2} \frac{\delta M}{\delta H} dT$						

		$\Delta S_M = \frac{\delta Q}{T}$	
		$\Delta S(T) = \int_0^T \frac{C_H(T) - C_0(T)}{T} dT$	
Multiple selection	Как рассчитывается КПД цикла Карно для магнитного охлаждения?	$COP_{Carnot} = \frac{T_{cold}}{T_{hot} - T_{cold}}$	
		$COP_{Carnot} = \frac{T_{hot} - T_{cold}}{T_{cold}}$	
		$COP_{Carnot} = \frac{\text{refrigeration capacity}}{\text{power input}}$	
Single selection	Обозначьте номер процесса адиабатического намагничивания в указанном цикле Карно.	<p>1-2</p> <p>2-3</p> <p>3-4</p> <p>4-1</p>	
Multiple selection	Выберите материалы с фазовым переходом первого рода.	<p>Gd</p> <p>Gd₅(Si_{0.43}Ge_{0.57})₄</p> <p>LaFe_{11.2}Si_{1.8}</p> <p>Gd₅Ge₄</p> <p>LaFe_{11.6}Si_{1.4}H_x</p> <p>Mn_{1.1}Fe_{0.9}P_{0.47}As_{0.53}</p> <p>Ni₄₅Mn₄₃CrSn₁₁</p>	
Single selection	Назовите цель легирования гидридов составов La(Fe,Si,Mn) ₁₃ H _x марганцем?	<p>Понизить их температуру Кюри до близкой к комнатной.</p> <p>Увеличить их намагниченность для увеличения величин магнитокалорического эффекта.</p>	

		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)	Пяти-балльная шкала (академическая) оценка	Двух-балльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систе-	хорошо		71-85

	широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	материзировать, 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) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин Кн. 2 : Электромагнетизм. Оптика. Квантовая физика. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 439, [3] с.
- 2) Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму : краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 2. -2000. -1 г=on-line, 88 с.
- 3) УЧЛ - Электронный учебник (ККО=1)
- 4) Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму : краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 1. -1998. -1 г=on-line, 89 с.
- 5) Задачник по электричеству и магнетизму : метод. пособие для студентов физ. фак./ Калинингр. гос. ун-т; сост. Е. Ф. Кондратьев. -Калининград, 1995. -81 с.
- 6) 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 г=on-line, 438 с.: ил.
- 2) Шпольский, Э. В.. Атомная физика : учебник : в 2 т./ Э. В. Шпольский Т. 1 : Введение в атомную физику. -8-е изд., стер.. -1 г=on-line, 557, [3]: рис.
- 3) Гончарова Н. Г. Частицы и атомные ядра. Задачи с решениями и комментариями : учеб. пособие/ Н. Г. Гончарова, Б. С. Ишханов, И. М. Капитонов. -Москва: Физматлит, 2013. -1 г=on-line, 448 с.

- 4) Ахманов С. А. Статистическая радиофизика и оптика. Случайные колебания и волны в линейных системах/ С. А. Ахманов, Ю. Е. Дьяков, А. С. Чиркин. -2-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Физматлит, 2010. -1 г=on-line, 423 с.

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 обес-

печением 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 вычислительные методы»

Шифр: 03.04.02

**Направление подготовки: «Функциональные наноматериалы и современные
технологии»**

Профиль: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2022

Лист согласования

Составители: доцент, к.ф.м.н., институт физико-математических наук и информационных технологий, Верещагин М. Д.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных технологий
к.ф.-м.н., доцент
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич
Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Современные вычислительные методы»
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 вычислительные методы».

Цель дисциплины: обучение студентов использованию компьютерных языков при анализе современных научных проблем материалов мягкой и твердой материи

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-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 Организует группу для выполнения экспериментальные исследования на современном уровне ОПК-2.2 Принимает решения и разрабатывает концепцию научно-исследовательской работы	Знать: новейшие методы расчета свойств материалов различных размерных шкал; хотя бы один язык программирования и синтаксис, программный дизайн; критически оценивать преимущества и ограничения некоторых программных кодов и концепций. Уметь: понимать требования для ускорения расчетов; читать и исправить код программирования; разрабатывать новые модули программирования для расчета новых свойств материалов. Владеть: пониманием различий между языками программирования; знаниями о технологии вычислительных устройств и различных теорий, использующихся в расчетах свойств мягких и твердых 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 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: новейшие методы расчета свойств материалов различных размерных шкал; хотя бы один язык программирования и синтаксис, программный дизайн; критически оценивать преимущества и ограничения некоторых программных кодов и концепций. Уметь: понимать требования для ускорения расчетов; читать и исправлять код программирования; разрабатывать новые модули программирования для расчета новых свойств материалов. Владеть: пониманием различий между языками программирования; знаниями о технологии вычислительных устройств и различных теорий, используемых в расчетах свойств мягких и твердых материалов.</p>
---	--	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современные вычислительные методы» представляет собой дисциплину базовой части блока дисциплин 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	Обзор программ для символьной математики	<i>Mathematica, Maple, Альтернативные пакеты, MatLab, MathCad</i>
2	<i>Matha. Общая структура, типы данных, базовые операции</i>	<i>Взаимодействие с Matha. Экран wxMatha. Типы данных, функции. Базовые преобразования.</i>
3	<i>MathLab. Общая структура, типы данных, базовые операции</i>	<i>Общая структура, типы данных, базовые операции</i>
4	<i>Maple. Общая структура, типы данных, базовые операции</i>	<i>Графический интерфейс пользователя. Объекты, переменные и выражения. Команды и функции ядра. Сложные типы данных</i>
5	<i>Maple. Манипулирование и упрощение выражений.</i>	<i>Преобразование математических выражений. Способы задания функций. Замена переменных. Пакеты. Графика</i>
6	<i>Maple. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши</i>	<i>Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши</i>
7	<i>Maple. Решение дифференциальных уравнений в частных производных</i>	<i>Решение дифференциальных уравнений в частных производных</i>
8	<i>Python. Основы языка</i>	<i>Типы данных. Синтаксис. Операции сравнения. Циклы.</i>
9	<i>Python. Библиотека NumPy. Работа с большими данными.</i>	
10	<i>Python. Библиотека SciPy. Интегрирование и дифференцирование.</i>	<i>Библиотека SciPy. Интегрирование и дифференцирование</i>
11	<i>Python. Визуализация результатов. Библиотека matplotlib</i>	<i>Визуализация результатов. Библиотека matplotlib</i>
12	<i>Python. Библиотека SymPy. Символьные вычисления.</i>	<i>Библиотека SymPy. Символьные вычисления</i>
13	<i>Python. Специальные возможности ускорения вычислений. Библиотеки multiprocessing, cython, numba</i>	<i>Специальные возможности ускорения вычислений. Библиотеки multiprocessing, cython, numba</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):

Обзор программ для символьной математики
Maxima. Общая структура, типы данных, базовые операции
MathLab. Общая структура, типы данных, базовые операции
Maple. Общая структура, типы данных, базовые операции
Maple. Манипулирование и упрощение выражений.
Maple. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши
Maple. Решение дифференциальных уравнений в частных производных
Python. Основы языка
Python. Библиотека NumPy. Работа с большими данными.
Python. Библиотека SciPy. Интегрирование и дифференцирование.
Python. Визуализация результатов. Библиотека matplotlib
Python. Библиотека SymPy. Символьные вычисления.
Python. Специальные возможности ускорения вычислений.
Библиотеки multiprocessing, cython, numba

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1. Обзор программ для символьной математики
Mathematica, Maple, Альтернативные пакеты, MatLab, MathCad
Тема 2. Maxima. Общая структура, типы данных, базовые операции.
Взаимодействие с Maxima. Экран wxMaxima. Типы данных, функции. Базовые преобразования.
Тема 3. MathLab. Общая структура, типы данных, базовые операции
Общая структура, типы данных, базовые операции
Тема 4. Maple. Общая структура, типы данных, базовые операции
Графический интерфейс пользователя. Объекты, переменные и выражения. Команды и функции ядра. Сложные типы данных
Тема 5. Maple. Манипулирование и упрощение выражений.
Преобразование математических выражений. Способы задания функций. Замена переменных. Пакеты. Графика.
Тема 6. Maple. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши
Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши
Тема 7. Maple. Решение дифференциальных уравнений в частных производных
Решение дифференциальных уравнений в частных производных
Тема 8. Тема 11. Python. Основы языка.
Типы данных. Синтаксис. Операции сравнения. Циклы.
Тема 9. Python. Библиотека NumPy. Работа с большими данными.
Библиотека NumPy. Работа с большими данными.
Тема 10. Python. Библиотека SciPy. Интегрирование и дифференцирование.
Библиотека SciPy. Интегрирование и дифференцирование.
Тема 11. Python. Визуализация результатов. Библиотека matplotlib
Визуализация результатов. Библиотека matplotlib
Тема 12. Python. Библиотека SymPy. Символьные вычисления.

Библиотека SymPy. Символьные вычисления.

Тема 13. Python. Специальные возможности ускорения вычислений.

Библиотеки multiprocessing, cython, numba

Специальные возможности ускорения вычислений. Библиотеки multiprocessing, cython, numba

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Обзор программ для символьной математики Maxima. Общая структура, типы данных, базовые операции MathLab. Общая структура, типы данных, базовые операции Maple. Общая структура, типы данных, базовые операции Maple. Манипулирование и упрощение выражений. Maple. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши Maple. Решение дифференциальных уравнений в частных производных Python. Основы языка Python. Библиотека NumPy. Работа с большими данными. Python. Библиотека SciPy. Интегрирование и дифференцирование. Python. Визуализация результатов. Библиотека matplotlib Python. Библиотека SymPy. Символьные вычисления. Python. Специальные возможности ускорения вычислений. Библиотеки multiprocessing, cython, numba

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Обзор программ для символьной математики Maxima. Общая структура, типы данных, базовые операции MathLab. Общая структура, типы данных, базовые операции Maple. Общая структура, типы данных, базовые операции Maple. Манипулирование и упрощение выражений. Maple. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши Maple. Решение дифференциальных уравнений в частных производных Python. Основы языка Python. Библиотека NumPy. Работа с большими данными. Python. Библиотека SciPy. Интегрирование и дифференцирование. Python. Визуализация результатов. Библиотека matplotlib Python. Библиотека SymPy. Символьные вычисления. Python. Специальные возможности ускорения вычислений. Библиотеки multiprocessing, cython, numba

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 Обзор программ для символьной математики	ОПК-2	тест
2 <i>Matha</i> . Общая структура, типы данных, базовые операции	ОПК-2	тест
3 <i>MathLab</i> . Общая структура, типы данных, базовые	ОПК-3	тест

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>операции</i>		
<i>4 Maple. Общая структура, типы данных, базовые операции</i>	<i>ОПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>5 Maple. Манипулирование и упрощение выражений.</i>	<i>ОПК-2</i>	<i>тест</i>
<i>6 Maple. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши</i>	<i>ОПК-3</i>	<i>самостоятельная работа</i>
<i>7 Maple. Решение дифференциальных уравнений в частных производных</i>	<i>ОПК-2</i>	<i>тест</i>
<i>8 Python. Основы языка</i>	<i>ОПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>9 Python. Библиотека NumPy. Работа с большими данными.</i>	<i>ОПК-2</i>	<i>самостоятельная работа</i>
<i>10 Python. Библиотека SciPy. Интегрирование и дифференцирование.</i>	<i>ОПК-2</i>	<i>тест</i>
<i>11 Python. Визуализация результатов. Библиотека matplotlib</i>	<i>ОПК-2</i>	<i>тест</i>
<i>12 Python. Библиотека SymPy. Символьные вычисления.</i>	<i>ОПК-3</i>	<i>контрольная работа</i>
<i>13 Python. Специальные возможности ускорения вычислений. Библиотеки multiprocessing, cython, numba</i>	<i>ОПК-2</i>	<i>тест</i>

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

FORTTRAN.

1. Задана функция $y = f(x)$. На оси X задан участок $[a, b]$, который разбивается на $N - 1$ отрезков с одинаковым шагом $dx = (b - a)/(N - 1)$, N – число узлов.

Разработать алгоритм и приложение на языке Фортран, в котором необходимо:

а) предусмотреть вывод на экран фамилию студента, шифр и номер задания;

б) вычислить шаг и вывести значение на экран;

в) вычислить и вывести на экран в виде таблицы номер, абсциссу и ординату каждого расчетного узла;

г) вычислить и вывести на экран значения, при которых функция на указанном интервале достигает минимума и максимума.

2. Разработать алгоритм и приложение на языке Фортран, позволяющее для последовательности элементов массива M с использованием циклов вычислить значение Z ,

определяемое из таблицы. Алгоритм представить в виде блок-схемы. Предусмотреть вывод на экран фамилию студента, шифр и номер задания.

– Программирование на языке Python.

1. Ввести натуральное число. Сохранить все его цифры:

а) в отсортированном массиве (массив распечатать);

б) в списке (список распечатать).

Найти палиндром максимальной длины, который можно построить из цифр числа. (Палиндром это типо 1234321 то что с обоихсторон одинаково читается)

2. Ввести строку вида целое_число знак_операции целое_число знак_операции . . .
целое_число

(возможны пробелы между лексемами, в конце стоит знак вопроса).

проверить выражение на корректность;

построить массив всех операндов;

вычислить значение выражения;

допустимые операции сложение(+), умножение(*);

– Изучение Mathematica.

1. Построить графики следующих функций (интервал изменения x выбрать самостоятельно):

$y = \operatorname{tg} x + \operatorname{ctg} x$; $y = 2 \cos 3x$.

2. Построить графики в одной координатной плоскости. Сделать вывод об их относительном расположении, $y = \sin 2x$, $y = -3 \sin 2x$, $y = \sin x + \cos x$.

3. По графику функции определить, является ли она четной или нечетной:.

4. Построение графиков функций в пространстве

Для построения графиков функций $z=f(x;y)$ используется функция Plot3D. Она задается в следующих формах: Plot3D[f, {}, {}] - строит график функции $z=f(x;y)$

4. MATLAB.

1. Требуется сформировать диагональную квадратную матрицу $c(6 \times 6)$. Значения элементов главной диагонали должны совпадать с номером строки/столбца.

2. Даны две матрицы: $A(4 \times 3)$ и $B(4 \times 2)$. Требуется объединить эти матрицы в одну матрицу $C(4 \times 5)$, причем, первыми столбцами новой матрицы должны быть столбцы матрицы A , а справа от этих элементов следовать столбцы матрицы B (методом «дописывания справа»).

3. Даны две матрицы: $A(2 \times 3)$ и $B(3 \times 3)$. Требуется объединить эти матрицы в одну матрицу $C(5 \times 3)$, причем, в новой матрице в качестве первых строк должны быть строки матрицы A , а за ними должны следовать строки матрицы B .

4. Дана матрица $A(6 \times 6)$. Требуется получить из этой матрицы два вектора. Первый вектор должен совпадать с 4-ым столбцом матрицы A , а второй – с 3-й строкой матрицы A .

5. Решение дифференциальных уравнений.

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Разработка линейных алгоритмов.
2. Разработка алгоритмов с ветвлением.
3. Разработка циклических алгоритмов (циклы с условием, цикл с параметром).
4. Трассировка алгоритма.
5. Разработка алгоритмов с подпрограммами.
6. Алгебраические и логические выражения, правила их записи.

7. Присваивание. Совместимость по присваиванию.
8. Ввод и вывод данных в консольном режиме.
9. Условный оператор.
10. Оператор выбора.
11. Операторы цикла (циклы с условием, цикл с параметром).
12. Характеристики структурированных типов данных.
13. Длинная арифметика.
14. Строки.
15. Множества.
16. Записи.
17. Типизированные файлы.
18. Организация файлов записей.
19. Нетипизированные файлы.
20. Текстовые файлы.
21. Прямой доступ к компонентам файлов.
22. Сортировка файлов.
23. Списки, кортежи, словари
24. Процедуры. Разработка и вызов.
25. Функции. Разработка и вызов.
26. Разработка программ на основе структурного подхода.
27. Внешние подпрограммы.
28. Рекурсивные подпрограммы.
29. Модули. Структура и разработка.
30. Стандартные модули.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

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

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

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

Основная литература:

- 1) 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. Фабричнов ; 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 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: «Функциональные наноматериалы и современные
технологии»**

Профиль: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2022

Лист согласования

Составители:

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

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического совета
института физико-математических наук
и информационных 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.
ПКС-2 Способен выполнять измерения параметров наноматериалов и наноструктур, а также оформлять протоколы результатов измерений в соответствии с технологической документацией и инструкциями по эксплуатации оборудования	ПКС-2.1 Измеряет и анализирует различные физические и химические параметры наноматериалов и наноструктур в соответствии с технологической документацией и инструкциями по	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

	эксплуатации оборудования	
--	------------------------------	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика лазеров» представляет собой дисциплину по выбору Б1.В.ДВ.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	Тема 1. Продвинутые 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</i>

		<i>численности Кортаева и магнитные релаксации в синтетическом спинвентильных 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 решение 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 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 синтетических 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 решения 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: Продвинутое 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: Продвинутое 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. № 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>Тема 1. Продвинутое решение обыкновенных дифференциальных уравнений</i>	УК-2	<i>самостоятельная работа</i>
<i>Тема 2. Расширенные методы решения уравнений с частными производными</i>	УК-3	<i>самостоятельная работа</i>
<i>Тема 3. Симметрия классических и квантовых систем</i>	ПКС-2	<i>самостоятельная работа</i>
<i>Тема 4. Избранные главы электромагнитной теории</i>	УК-2	<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 $x = \{1, \frac{1}{10}, \frac{1}{100}, \dots, \frac{1}{10^{10}}\}$ при помощи оператора цикла.

2. Решение задач математического анализа с применением математических пакетов:

1. Найти пределы:

$$\begin{aligned} \text{а) } \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt[3]{n} - \sqrt[3]{n+1}}{\sqrt{n+1} - \sqrt{n}}; \\ \text{б) } \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(5-n)^{20} - n^{20} - 3n^{19}}{\sqrt{n^{38} + 1}}; \\ \text{в) } \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(2n)! + (2n+2)!}{n^2 \cdot (2n)! + (2n+1)!}; \\ \text{г) } \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{\ln 2 + \sqrt{n}}{n+3} + \frac{\sin n}{n^2} \right); \end{aligned}$$

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:

$$\begin{aligned} \text{а) } \int \frac{2x - \sqrt{\arcsin x}}{\sqrt{1-x^2}} dx; \\ \text{б) } \int \frac{\sin 2x}{e^{\cos^2 x}} dx; \\ \text{в) } \int \frac{\sin^3 x}{\sqrt{\cos x}} dx; \end{aligned}$$

3. Исследование функций одного и нескольких переменных в математических пакетах.

1. Исследовать функцию и построить анимированный график функции $y(x)$ при значения параметра $a \in [0,1]$

$$\begin{aligned} \text{а) } y = \frac{\ln x}{\sqrt{x+a}}; \\ \text{б) } y = \frac{x^2 + 1}{x^2 - a^2}; \end{aligned}$$

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 дей-

ствительно являются обратной матрицей, собственными значениями и собственными векторами матрицы A :

$$\begin{aligned} \text{a. } A_1 &= \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & 4 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \\ \text{b. } A_2 &= \begin{pmatrix} \pi & e^{-2} & 0 \\ \ln 3 & 1 & \frac{\pi}{2} \\ \sqrt{2} & e^2 & 1/\sqrt{2} \end{pmatrix} \end{aligned}$$

2. Вычислить матрицу X из уравнения

$$\begin{aligned} \text{a. } A_1 X &= A_2 \\ \text{b. } X A_1 &= A_2 \end{aligned}$$

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 $\vec{v}^* = (2, 4, 6)$, и, соответственно (соблюдая условие баланса) вектор полных доходов $\vec{u}^* = (2, 4, 6)^T$. 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.

$$\text{a. } E(t) = \sin(2t) - \cos(2t)$$

$$\text{b. } E(t) = e^{-\frac{t}{2}} \cdot \cos\left(t + \frac{\pi}{3}\right)$$

$$\text{c. } E(t) = \arctan(t + 1)^2$$

2. Построить фазовый портрет для уравнения

$$\text{a. } y' = \sin(y - 2x)$$

$$\text{b. } y' = -\frac{1}{2}(y^2 - 1)\left(1 - \frac{y}{x}\right) \text{ – уравнение Абеля}$$

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

$$\begin{cases} u_{tt} = 2 u_{xx}, & 0 \leq x \leq \pi \\ u(0, x) = \pi x - x^2 \\ u_t(0, x) = \sin x \\ u(t, 0) = 1 - e^{-t} \\ u(t, \pi) = \sin t \end{cases}$$

3. Найти решение уравнения $y' + y = \sin x$ методом преобразования Фурье.

7. Специальные функции в математических пакетах

1. Найти решение обобщенного уравнения Эйри $y^{(n)} + x y = 0$ 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 $(x - \frac{1}{2}) \ln x - x$ для больших x .
3. Исследовать поведение модели Коротаева при замене уравнения $K' = rNK$ на $K' = rNK^\epsilon$, $\epsilon > 0$.

8.3 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 сходящегося 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)	Пяти-балльная шкала (академическая) оценка	Двух-балльная 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. 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 Kamerich, *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 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
«Современные научные методы. Эксперимент»

Шифр: 03.04.02
**Направление подготовки: «Функциональные наноматериалы и современные
технологии»**
Профиль: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2022

Лист согласования

Составители:

Родионова В.В. – директор Школы междисциплинарных исследований и инжиниринга
к.ф.-м.н.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического совета
института физико-математических наук
и информационных 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 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.
ПКС-2 Способен выполнять измерения параметров наноматериалов и наноструктур, а также оформлять протоколы результатов измерений в соответствии с технологической	ПКС-2.1 Измеряет и анализирует различные физические и химические параметры наноматериалов и наноструктур в соответствии с технологической документацией и инструкциями по эксплуатации оборудования	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

документацией и инструкциями по эксплуатации оборудования		
---	--	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современные научные методы. Эксперимент» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.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>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 по-</i>	<i>Измерение температуры Кюри порош-</i>

	<i>рошковых образцов на основе Fe с помощью дифференциального сканирующего калориметра NETZSCH 204 F1 Phoenix.</i>	<i>ковых 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 SmartSPM (Aist-NT, Россия).</i>	<i>Преимущества и недостатки исследований тонких пленок на автоматизированном сканирующем зондовом микроскопе 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 энерго-</i>	<i>Опишите принцип работы на исследовательском комплексе на базе Оже-микроанализатора и энерго-</i>

	<i>дисперсионного рентгеноспектрального анализатора JEOL JAMP – 9500F.</i>	<i>ного 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 (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

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

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

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

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

Исследования тонких пластин на установке для измерения магнитокалорического эффекта.

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

Исследование эффекта Керра в образцах ферромагнитных тонких пленок.

Технологии ионного плазменного напыления для создания микропокрытий.

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

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

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

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

Опишите принцип работы на исследовательском комплексе на базе 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



IMMANUEL KANT BALTIC FEDERAL UNIVERSITY
Institute of Physics, Mathematics and Information Technology

Lab Report

on 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

2017

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

THEORETICAL BACKGROUND

PROCEDURE

RESULTS: Experimental data, calculations.

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

CONCLUSIONS

REFERENCES

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

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

работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации 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>Исследование магнитных свойств тонких пленок на виб-</i>	УК-2	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>рациональном магнитометре Lakeshore 7400 System.</i>		
<i>Измерение температуры Кюри порошковых образцов на основе Fe с помощью дифференциального сканирующего калориметра NETZSCH 204 F1 Phoenix.</i>	ПКС-2	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Напыление нанометровых тонких пленок на установке магнетронного напыления ORION-8-UHV (AJA International).</i>	УК-3	<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	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Исследования тонких пластин на установке для измерения магнитокалорического эффекта.</i>	ПКС-2	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Метод малого углового вращения для измерения магнитострикции микропроводов на основе сплава FeCo.</i>	УК-3	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Исследование эффекта Керра в образцах ферромагнитных тонких пленок.</i>	УК-2	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Технологии ионного плазменного напыления для создания микропокрытий.</i>	ПКС-2	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Исследование тонких пленок с обменным смещением на сканирующем зондовом микроскопе JSPM-4610A (JEOL, Япония).</i>	УК-3	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Устройство сканирующего электронного микроскопа JSM-6390LV (JEOL, Япония).</i>	УК-2	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Преимущества и недостатки</i>	ПКС-2	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>исследований тонких пленок на автоматизированном сканирующем зондовом микроскопе SmartSPM (Aist-NT, Россия).</i>		<i>работы</i>
<i>Виды методик проводимых экспериментов на рентгеновском дифрактометре D8 DISCOVER фирмы Bruker AXS.</i>	УК-3	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Опишите принцип работы на исследовательском комплексе на базе Оже-микроанализатора и энерго-дисперсионного рентгено-спектрального анализатора JEOL JAMP – 9500F.</i>	УК-2	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Спектроскопия комбинационного рассеяния. Фундаментальные основы.</i>	ПКС-2	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Анализ органических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.</i>	УК-3	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Анализ неорганических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.</i>	УК-2	<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 плоской рентгеновской линзы с помощью электронного микроскопа.</i>	УК-2	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Определение геометрических параметров линзы с помощью оптического микроскопа.</i>	ПКС-2	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>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 основе Fe с помощью дифференциального сканирующего калориметра.

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

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

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

Экспериментальная часть лабораторных работ:

- *Изучение фазовых переходов 1 и 2 рода методом дифференциальной сканирующей калориметрии.*
- *Изучение процессов кристаллизации аморфных сплавов методом дифференциальной сканирующей калориметрии.*

Вспомогательные средства: установка дифференциального сканирующего калориметра NETZSCH 204 F1 Phoenix, баллон с жидким азотом, набор расходных материалов: тигли, 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 магнито-стрикции 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.*

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

- 1. Исследование магнитных свойств тонких пленок на вибрационном магнитометре Lakeshore 7400 System.*
- 2. Измерение температуры Кюри порошковых образцов на основе Fe с помощью дифференциального сканирующего калориметра NETZSCH 204 F1 Phoenix.*
- 3. Напыление нанометровых тонких пленок на установке магнетронного напыления ORION-8-UHV (AJA International).*
- 4. Исследование сплавов Гейслера с памятью формы на установке термогравиметрического анализа NETZSCH TG 209 F3 Tarsus.*
- 5. Исследования тонких пластин на установке для измерения магнитокалорического эффекта.*
- 6. Метод малого углового вращения для измерения магнитострикции микропроводов на основе сплава FeCo.*
- 7. Исследование эффекта Керра в образцах ферромагнитных тонких пленок.*
- 8. Технологии ионного плазменного напыления для создания микропокрытий.*
- 9. Исследование тонких пленок с обменным смещением на сканирующем зондовом микроскопе JSPM-4610A (JEOL, Япония).*
- 10. Устройство сканирующего электронного микроскопа JSM-6390LV (JEOL, Япония).*
- 11. Преимущества и недостатки исследований тонких пленок на автоматизированном сканирующем зондовом микроскопе SmartSPM (Aist-NT, Россия).*
- 12. Виды методик проводимых экспериментов на рентгеновском дифрактометре D8 DISCOVER фирмы Bruker AXS.*

13. Опишите принцип работы на исследовательском комплексе на базе Оже-микроанализатора и энергодисперсионного рентгеноспектрального анализатора JEOL JAMP – 9500F.
14. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Фундаментальные основы.
15. Анализ органических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.
16. Анализ неорганических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.
17. Микрорамановская спектроскопия.
18. Идентификация неизвестного материала на Рамановском спектрометре.
19. Определение геометрических параметров 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)	Пяти-балльная шкала (академическая) оценка	Двух-балльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает низшего уровня.</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 низшего уровня.</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
Удовлетво-	Репродуктив-	Изложение в пределах	удовлетво-		55-70

рительный (достаточный)	ная деятель-ность	задач курса теоретически и практически контролируемого материала	рительно		
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не за-чтено	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. 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. Спирин 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.-Петерб. 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

«Специальные главы фотоники и нанопотоники»

для студентов Шифр: 03.04.02

**Направление подготовки: «Функциональные наноматериалы и современные
технологии»**

Профиль: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2022

Лист согласования

Составители:

Долгова Т.В. – доцент кафедры квантовой электроники физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, к.ф.-м.н.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического совета
института физико-математических наук
и информационных технологий
к.ф.-м.н., доцент
Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич
Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Специальные главы фотоники и нанофотоники»
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: «Специальные главы фотоники и нанофотоники».

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
<i>УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.</i>	<i>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</i>	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 оптические и спектральные методы анализа наноматериалов; применять методы и приборную базу фотоники для исследования свойств функциональных материалов и наноматериалов. Владеть: аппаратом спектрального анализа, методами спектроскопии, навыками применения методов спектрального анализа в различных областях фотоники.
<i>ПКС-1. Способен находить, анализировать возможности использования и использовать источники необходимой для планирования учебных занятий и методических пособий профессиональной информации (включая методическую литературу, электронные образовательные ресурсы)</i>	<i>ПКС-1.2. Систематизирует профессиональную информацию и оформляет в методические пособия</i>	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 оптические и спектральные методы анализа наноматериалов; применять методы и приборную базу фотоники для исследования свойств функциональных материалов и наноматериалов. Владеть: аппаратом спектрального анализа, методами спектроскопии, навыками применения методов спектрального анализа в различных областях фотоники.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Специальные главы фотоники и нанофотоники» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.03.03.01 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>Нелинейно-оптические восприимчивости.</i>	<i>Виды нелинейных материалов, Классификация нелинейных эффектов в оптике, Необходимое и достаточное условия наблюдения нелинейных эффектов, Волновое уравнение для электромагнитного поля в нелинейной среде</i>
2	<i>Феноменологическая нелинейная волновая оптика.</i>	<i>Зависимость оптических явлений от интенсивности световых потоков.</i>
3	<i>Трехволновые нелинейно-оптические эффекты.</i>	<i>Генерация второй волновой гармоники. Генерация суммарной и разностной частот. Параметрическая генерация света.</i>
4	<i>Четырехволновые нелинейно-оптические эффекты.</i>	<i>Четырехволновое смешивание</i>
5	<i>Фотонные и плазмонные кристаллы.</i>	<i>Фотонные кристаллы. Многослойные периодические структуры. Просветляющие покрытия и диэлектрические зеркала. Фотонные кристаллы. Одномерные фотонные кристаллы. Волны Блоха. Дисперсионная диа-</i>

		<i>грамма. Запрещенные фотонные зоны. Аналогия между физикой твердого тела и фотоникой. Фотонные кристаллы со структурными дефектами.</i>
6	<i>Оптические метаматериалы.</i>	<i>Метаматериалы: СВЧ прототипы. Магнетизм на оптических частотах. Влияние кинетической индуктивности. Магнитная проницаемость решетки наночастиц. Гибридная структура квантовая яма- мета- пленка.</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):

*Нелинейно-оптические восприимчивости.
Феноменологическая нелинейная волновая оптика.
Трехволновые нелинейно-оптические эффекты.
Четырехволновые нелинейно-оптические эффекты.
Фотонные и плазмонные кристаллы.
Оптические метаматериалы.*

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

*1. Нелинейно-оптические восприимчивости
Виды нелинейных материалов, Классификация нелинейных эффектов в оптике, Необходимое и достаточное условия наблюдения нелинейных эффектов, Волновое уравнение для электромагнитного поля в нелинейной среде.*

*2. Феноменологическая нелинейная волновая оптика.
Зависимость оптических явлений от интенсивности световых потоков.*

*3. Трехволновые нелинейно-оптические эффекты.
Генерация второй волновой гармоники. Генерация суммарной и разностной частот.
Параметрическая генерация света.*

*4. Четырехволновые нелинейно-оптические эффекты.
Четырехволновое смешивание.*

*5. Фотонные и плазмонные кристаллы.
Фотонные кристаллы. Многослойные периодические структуры. Просветляющие покрытия и диэлектрические зеркала. Фотонные кристаллы. Одномерные фотонные кристаллы. Волны Блоха. Дисперсионная диаграмма. Запрещенные фотонные зоны. Аналогия между физикой твердого тела и фотоникой. Фотонные кристаллы со структурными дефектами.*

*6. Оптические метаматериалы
Метаматериалы: СВЧ прототипы. Магнетизм на оптических частотах. Влияние кинетической индуктивности. Магнитная проницаемость решетки наночастиц. Гибридная структура квантовая яма- метапленка.*

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Нелинейно-оптические восприимчивости. Феноменологическая нелинейная волновая оптика. Трехволновые нелинейно-оптические эффекты. Четырехволновые нелинейно-оптические эффекты. Фотонные и плазмонные кристаллы. Оптические метаматериалы.

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: Нелинейно-оптические восприимчивости. Феноменологическая нелинейная волновая оптика. Трехволновые нелинейно-оптические эффекты. Четырехволновые нелинейно-оптические эффекты. Фотонные и плазмонные кристаллы. Оптические метаматериалы.

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

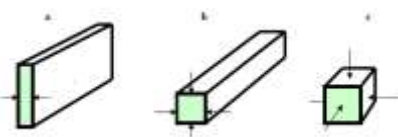
8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

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>История развития квантовой электроники</i>	УК-3	<i>самостоятельная работа</i>
<i>Полуклассическая теория излучения и поглощения.</i>	ПКС-1	<i>самостоятельная работа</i>
<i>Основы квантовой теории излучения и поглощения</i>	УК-3	<i>самостоятельная работа</i>
<i>Открытые резонаторы</i>	ПКС-1	<i>самостоятельная работа</i>
<i>Общая теория квантовых генераторов.</i>	УК-3	<i>самостоятельная работа</i>
<i>Основные типы лазеров и режимы работы квантовых генераторов</i>	ПКС-1	<i>самостоятельная работа</i>
<i>Современные инновационные лазерные системы</i>	УК-3	<i>самостоятельная работа</i>
<i>Лазерные технологии. Технологические процессы с применением лазеров</i>	ПКС-1	<i>самостоятельная работа</i>
<i>Типы технологических лазеров.</i>	УК-3	<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:

№ п/п	Задание	Варианты ответа
1	Какие материалы пригодны для изготовления излучающих приборов?	А) Ge; Б) Si; В) Cu; Г) GaP.
2	<p>На рисунке изображены основные типы низкоразмерных квантовых структур:</p>  <p>Укажите правильную последовательность их наименований (в порядке a-b-c):</p>	<p>А) квантовая точка – квантовая нить – квантовая яма; Б) квантовая яма – квантовая нить – квантовая точка; В) квантовая нить – квантовая точка – квантовая яма; Г) квантовая яма – квантовая точка – квантовая нить.</p>
3	Какой спектр характерен для квантовой точки?	А) аналогичный спектру малоатомного кластера; Б) аналогичный спектру квантовой ямы; В) аналогичный спектру малоатомной молекулы; Г) аналогичный спектру одиночного атома.
4	Потенциальная яма, которая ограничивает подвижность частиц с трех до двух измерений, тем самым заставляя их двигаться в плоском слое, – это:	А) гетероструктура; Б) квантовая яма; В) квантовая точка; Г) сверхрешетка.
5	Частица полупроводникового материала с размером, близким к длине волны электрона в этом материале (обычно размером 1-10 нм), внутри которой потенциальная энергия электрона ниже, чем за его пределами, таким образом, движение электрона ограничено во всех трёх измерениях, – это:	А) квантовая нить; Б) квантовая яма; В) квантовая точка; Г) гетероструктура
6	Рассмотрим квантовую точку с электроном в зоне проводимости и дыркой в валентной зоне, которые связаны кулоновским взаимодействием. Такая система описывается следующим уравнением Шредингера:	<p>А) $\left(-\frac{\hbar^2 \nabla_{\vec{r}_c}^2}{2m_c} - \frac{\hbar^2 \nabla_{\vec{r}_v}^2}{2m_v} + V(\vec{r}_c, \vec{r}_v) - \frac{e^2}{\epsilon_0 \vec{r}_c - \vec{r}_v } \right) \varphi(\vec{r}_c, \vec{r}_v) = E \varphi(\vec{r}_c, \vec{r}_v)$;</p> <p>Б) $\left(\frac{\hbar^2 \nabla_{\vec{r}_c}^2}{2m_c} + \frac{\hbar^2 \nabla_{\vec{r}_v}^2}{2m_v} + V(\vec{r}_c, \vec{r}_v) - \frac{e^2}{\epsilon_0 \vec{r}_c - \vec{r}_v } \right) \varphi(\vec{r}_c, \vec{r}_v) = E \varphi(\vec{r}_c, \vec{r}_v)$</p> <p>В) $\left(-\frac{\hbar^2 \nabla_{\vec{r}_c}^2}{2m_c} - \frac{\hbar^2 \nabla_{\vec{r}_v}^2}{2m_v} - V(\vec{r}_c, \vec{r}_v) - \frac{e^2}{\epsilon_0 \vec{r}_c - \vec{r}_v } \right) \varphi(\vec{r}_c, \vec{r}_v) = E \varphi(\vec{r}_c, \vec{r}_v)$</p> <p>Г) $\left(-\frac{\hbar^2 \nabla_{\vec{r}_c}^2}{2m_c} - \frac{\hbar^2 \nabla_{\vec{r}_v}^2}{2m_v} + V(\vec{r}_c, \vec{r}_v) + \frac{e^2}{\epsilon_0 \vec{r}_c - \vec{r}_v } \right) \varphi(\vec{r}_c, \vec{r}_v) = E \varphi(\vec{r}_c, \vec{r}_v)$</p>

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Объяснить различный характер взаимодействия световых полей малой и большой интенсивности с веществом.
2. Каковы физические причины нелинейных оптических явлений?
3. Каков физический смысл величины $\chi(m)$ – нелинейной восприимчивости m -го порядка?
4. Пояснить границы применимости линейной модели Друде – Лоренца взаимодействия излучения с веществом.
5. Какую новую информацию позволяют получить модели ан-гармонических осцилляторов по сравнению с линейной моделью?
6. Показать, что в нелинейных средах нарушается принцип неизменности частоты света при переходе из одной среды в другую.
7. Какие физические результаты позволяет получить модель бигармонического возбуждения осциллятора с квадратичной нелинейностью?
8. В чем состоит правило Р. Миллера и к каким практическим выводам оно приводит?
9. Обосновать необходимость квантовой модели взаимодействия излучения с веществом.
10. Доказать, что в рамках квантовой модели взаимодействие интенсивного светового поля с веществом представляет собой нелинейный процесс.
11. В чем состоят физические особенности задачи о резонансном взаимодействии двухуровневой квантовой системы с монохроматическим излучением, обычно выражаемые понятием «атом, одетый полем»?
12. В чем состоит принципиальное отличие между слабым и сильным внешним полем в задаче о резонансном взаимодействии двухуровневой квантовой системы с монохроматическим излучением?
13. Каков физический смысл просветления поглощающей среды?
14. Привести примеры нелинейных оптических явлений, обусловленных наличием градиентов термодинамических величин.
15. В чем сходство и различие между однофотонными и многофотонными процессами?
16. Могут ли быть одни двухфотонные процессы линейными, а другие – нелинейными? Ответ пояснить на примерах.
17. Чем отличается процесс двухфотонного перехода от процесса, представляющего собой два последовательных однофотонных перехода?

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пяти-балльная шкала (академическая) оценка	Двух-балльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение,	отлично	зачтено	86-100

		решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий			
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и 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. Степанов, Е. В. Диодная лазерная спектроскопия и анализ молекул-биомаркеров/ Е. В. Степанов. - М.: Физматлит, 2009. - 416 с.
2. Шмидт, В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов/ В. Шмидт; пер. с англ. Н. П. Ивановской; под ред. С. В. Савилова. - М.: Техносфера, 2007. – 363 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: Интел-лект, 2014.
2. Тимофеев, В. Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур: учеб. пособие/ В. Б. Тимофеев. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2015. - 1 on-line, 507 с.
3. Аплеснин, С. С. Задачи и тесты по оптике и квантовой механике: учеб. пособие для вузов/ С. С. Аплеснин, Л. И. Чернышова, Н. В. Филенкова. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2012. - 330 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

«Физика лазеров»

Шифр: 03.04.02

**Направление подготовки: «Функциональные наноматериалы и современные
технологии»**

Профиль: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2022

Лист согласования

Составители:

к.ф.-м.н., доцент ИФМНиИТ, заведующий лабораторией когерентно-оптических измерительных систем Алексеенко И.В.

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методического совета института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического совета
института физико-математических наук
и информационных технологий

к.ф.-м.н., доцент

Ведущий менеджер/руководитель ОПОП
ВО

Шпилевой Андрей Алексеевич

Моторжина Анна Владимировна

Содержание

1. Наименование дисциплины «Физика лазеров»
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: «Физика лазеров».

Цель дисциплины: знакомство студентов с физическими основами лазерной техники и формирование у студентов компетенции в области современной лазерной техники и их использования в инновационных технологиях

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 Осуществляет выбор информационных ресурсов для поиска информации в соответствии с поставленной учебной задачей УК-1.2 Систематизирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованием учебного задания УК-1.3 Формулирует и аргументирует выводы и суждения, в том числе с применением философского понятийного аппарата	Знать: технику безопасности знать: <ul style="list-style-type: none">• волновой и квантовый аспекты теории ОКГ, их связь, полную систему уравнений квантового генератора, укороченные уравнения, условие самовозбуждения;• принципы действия и устройства лазеров различных конструкций и типов;• особенности и режимы работы квантовых генераторов;• особенности технологических лазеров; уметь: <ul style="list-style-type: none">• классифицировать квантовые приборы; владеть: <ul style="list-style-type: none">• навыками юстировки квантовых генераторов и оптических схем на их основе;

<p>ПКС-1 Способен выполнять измерения параметров наноматериалов и наноструктур, а также оформлять протоколы результатов измерений в соответствии с технологической документацией и инструкциями по эксплуатации оборудования ПКС-1. Способен находить, анализировать возможности использования и использовать источники необходимой для планирования учебных занятий и методических пособий профессиональной информации (включая методическую литературу, электронные образовательные ресурсы)</p>	<p>ПКС-1.1. Осуществляет поиск и анализ информации, необходимой для организации учебных занятий и подготовки методических пособий ПКС-1.2 . Систематизирует профессиональную информацию и оформляет в методические пособия</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Знать: методы получения сверхкоротких импульсов и их применение; • современные лазерные комплексы; • использование лазеров в технологических процессах; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • • производить необходимые математические расчеты; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Умением анализировать экспериментальные данные • навыками работы на современных лазерах..
--	--	---

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика лазеров» представляет собой дисциплину выборного модуля Б1.В.ДВ.03.03.02 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>Введение.</i>	<i>История развития квантовой электроники, пути ее становления, современное состояние и пути дальнейшего совершенствования.</i>
2	<i>Полуклассическая теория излучения и поглощения.</i>	<i>Постулаты Эйнштейна. Понятие индуцированных переходов. Коэффициенты Эйнштейна и связь между ними. Формула Планка.</i>
3	<i>Основы квантовой теории излучения и поглощения</i>	<i>Двухуровневая система. Матрица плотности. Уравнение Шредингера. Квантование фотонного поля. Операторы рождения и уничтожения фотонов. Понятие разности населенностей. Связи элементов матрицы плотности с дипольным моментом, макроскопической поляризацией и разностью населенностей.</i>
4	<i>Открытые резонаторы</i>	<i>Роль резонаторов. Переход к коротким волнам. Прореживание спектра в открытых резонаторах. Число Френеля. Продольные и поперечные моды. Типы открытых резонаторов. Понятие устойчивости. Неустойчивые резонаторы.</i>
5	<i>Общая теория квантовых генераторов.</i>	<i>Волновой и квантовый аспекты теории. Макроскопическая поляризация и дипольный момент. Волновое уравнение. Представление поля в виде скалярного потенциала. Квантовые уравнения для матрицы плотности. Одномодовое приближение. Полная система уравнений. Укороченные уравнения. Условие</i>

		<i>самовозбуждения. Стационарная генерация</i>
6	<i>Основные типы лазеров и режимы работы квантовых генераторов</i>	<i>Атомарные газовые лазеры. Молекулярные газовые лазеры. Химические лазеры. Твердотельные лазеры.. Лазеры на красителях. . Модуляция добротности. Синхронизация мод. Перестройка частоты. Техника сверхкоротких импульсов и ее применение.</i>
7	<i>Современные инновационные лазерные системы</i>	<i>Полупроводниковые лазеры, твердотельные лазеры с диодной накачкой. Чип-лазеры. Кольцевые лазеры. Лазеры на микросферах. Гибридные твердотельные лазеры. Дисковые лазеры. Волоконные лазеры. Режимы работы лазеров с полупроводниковой накачкой.</i>
8	<i>Лазерные технологии. Технологические процессы с применением лазеров</i>	<i>Лазеры как источники мощного и монохроматического излучения. Физические процессы, сопровождающие применение технологических лазеров. Технологические процессы с использованием лазеров: сварка, резка, обработка поверхностей. Научно-технологическое и медицинское применение.</i>
9	<i>Типы технологических лазеров.</i>	<i>Твердотельные технологические лазеры. СО2 лазеры различных типов. Эксимерные и полупроводниковые лазеры. Характеристики технологических лазеров. Достоинства и недостатки технологических лазеров. Области применения в современных технологиях.</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):

История развития квантовой электроники

Полуклассическая теория излучения и поглощения

Основы квантовой теории излучения и поглощения

Открытые резонаторы

Общая теория квантовых генераторов.

Основные типы лазеров и режимы работы квантовых генераторов

Современные инновационные лазерные системы

Лазерные технологии. Технологические процессы с применением лазеров

Типы технологических лазеров.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1. Введение. История развития квантовой электроники, пути ее становления, современное состояние и пути дальнейшего совершенствования.

Тема 2. Полуклассическая теория излучения и поглощения. Постулаты Эйнштейна. Понятие индуцированных переходов. Коэффициенты Эйнштейна и связь между ними. Формула Планка.

Тема 3. Основы квантовой теории излучения и поглощения Двухуровневая система. Матрица плотности. Уравнение Шредингера. Квантование фотонного поля.

Операторы рождения и уничтожения фотонов. Понятие разности населенностей. Связи элементов матрицы плотности с дипольным моментом, макроскопической поляризацией и разностью населенностей.

Тема 4. Открытые резонаторы Роль резонаторов. Переход к коротким волнам. Прореживание спектра в открытых резонаторах. Число Френеля. Продольные и поперечные моды. Типы открытых резонаторов. Понятие устойчивости. Неустойчивые резонаторы.

Тема 5. Общая теория квантовых генераторов. Волновой и квантовый аспекты теории. Макроскопическая поляризация и дипольный момент. Волновое уравнение. Представление поля в виде скалярного потенциала. Квантовые уравнения для матрицы плотности. Одномодовое приближение. Полная система уравнений. Укороченные уравнения. Условие самовозбуждения. Стационарная генерация

Тема 6. Основные типы лазеров и режимы работы квантовых генераторов Атомарные газовые лазеры. Молекулярные газовые лазеры. Химические лазеры. Твердотельные лазеры. Лазеры на красителях. Модуляция добротности. Синхронизация мод. Перестройка частоты. Техника сверхкоротких импульсов и ее применение.

Тема 7. Современные инновационные лазерные системы Полупроводниковые лазеры, твердотельные лазеры с диодной накачкой. Чип-лазеры. Кольцевые лазеры. Лазеры на микросферах. Гибридные твердотельные лазеры. Дисковые лазеры. Волоконные лазеры. Режимы работы лазеров с полупроводниковой накачкой.

Тема 8. Лазерные технологии. Технологические процессы с применением лазеров Лазеры как источники мощного и монохроматического излучения. Физические процессы, сопровождающие применение технологических лазеров. Технологические процессы с использованием лазеров: сварка, резка, обработка поверхностей. Научно-технологическое и медицинское применение.

Тема 9. Типы технологических лазеров. Твердотельные технологические лазеры. CO₂ лазеры различных типов. Эксимерные и полупроводниковые лазеры. Характеристики технологических лазеров. Достоинства и недостатки технологических лазеров. Области применения в современных технологиях.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: История развития квантовой электроники Полуклассическая теория излучения и поглощения Основы квантовой теории излучения и поглощения Открытые резонаторы Общая теория квантовых генераторов. Основные типы лазеров и режимы работы квантовых генераторов Современные инновационные лазерные системы Лазерные технологии. Технологические процессы с применением лазеров Типы технологических лазеров.

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: История развития квантовой электроники Полуклассическая теория излучения и поглощения Основы квантовой теории излучения и поглощения Открытые резонаторы Общая теория квантовых генераторов. Основные типы лазеров и режимы работы квантовых генераторов Современные инновационные лазерные системы Лазерные технологии. Технологические процессы с применением лазеров Типы технологических лазеров

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 дан-

ной 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>История развития квантовой электроники</i>	УК-1	Контрольная работа (письменный опрос)
<i>Полуклассическая теория излучения и поглощения.</i>	ПКС-1	Контрольная работа (письменный опрос)
<i>Основы квантовой теории излучения и поглощения</i>	УК-1	Контрольная работа (письменный опрос)
<i>Открытые резонаторы</i>	ПКС-1	Самостоятельная работа (письменный опрос)
<i>Общая теория квантовых генераторов.</i>	УК-1	Самостоятельная работа (письменный опрос)
<i>Основные типы лазеров и режимы работы квантовых генераторов</i>	ПКС-1	Реферат Самостоятельная работа (письменный опрос)
<i>Современные инновационные лазерные системы</i>	УК-1	Реферат Самостоятельная работа (письменный опрос)
<i>Лазерные технологии. Технологические процессы с применением лазеров</i>	ПКС-1	Контрольная работа (письменный опрос)
<i>Типы технологических лазеров.</i>	УК-1	Контрольная работа (письменный 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:

- 1. Уравнения Максвелла. Плоская электромагнитная волна, ее параметры;*
- 2. Спектральные характеристики излучающих систем. Лоренцева форма линии;*
- 3. Уширение спектральных линий. Гауссова форма линии;*
- 4. Когерентные многофотонные процессы. Законы сохранения в когерентных процессах;*
- 5. Свет как фотонный коллектив. Свойства фотонов. Разложение поля на осцилляторы;*
- 6. Квантование фотонного поля. Операторы рождения и уничтожения фотонов;*
- 7. Факторы, определяющие когерентность электромагнитных волн. Пространственная и временная когерентность, Опыты Майкельсона и Юнга;*

8. *Типы открытых резонаторов. Когерентность фотонов. Функция когерентности. Интерференция одного фотона;*
9. *Трехуровневая система генерации. Кинетические уравнения. Основные особенности. Рубиновый лазер;*
10. *Понятие температуры в квантовых системах. Отрицательная температура и инверсия населенностей;*
11. *Донорно-акцепторная система создания инверсии населенностей в газовых лазерах. Атомарные лазеры;*
12. *Четырехуровневая система генерации. Кинетические уравнения и особенности. Неодимовый лазер;*
13. *Кинетические уравнения ионных лазеров. Аргоновый и гелий-кадмиевый лазеры;*
14. *Методы создания инверсии населенностей в молекулярных лазерах. Сравнительные характеристики;*
15. *Классификация лазеров. Лазерные технологии.*

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Уравнения Максвелла. Плоская электромагнитная волна, ее параметры.
2. Факторы, определяющие когерентность электромагнитных волн. Пространственная и временная когерентность, опыты Майкельсона и Юнга.
3. Когерентность фотонов. Функция когерентности. Интерференция одного фотона.
4. Трехуровневая система генерации. Кинетические уравнения. Основные особенности. Рубиновый лазер.
5. Квантовые процессы в двухуровневой системе. Уравнения Эйнштейна. Формула Планка.
6. Понятие температуры в квантовых системах. Отрицательная температура и инверсия населенностей.
7. Когерентные многофотонные процессы. Законы сохранения в когерентных процессах.
8. Свет как фотонный коллектив. Свойства фотонов. Разложение поля на осцилляторы.
9. Квантование фотонного поля. Операторы рождения и уничтожения фотонов.
10. Методы создания инверсии населенностей в молекулярных лазерах. Сравнительные характеристики.
11. Фотонная структура процессов взаимодействия. Многофотонные процессы. Виртуальные переходы.
12. Общая теория квантовых генераторов (волновой аспект).
13. Общая теория квантовых генераторов (квантовый аспект).
14. Полная система уравнений квантового генератора. Укороченные (кинетические) уравнения.
15. Открытые резонаторы. Число типов колебаний в резонаторе.
16. Типы открытых резонаторов. Условие устойчивости. Конфокальный и плоский резонаторы.
17. Селекция типов колебаний в открытых резонаторах. Одномодовый режим.
18. Спектральные характеристики открытых резонаторов. Продольные моды. Понятие добротности.
19. Поперечная структура поля в открытом резонаторе. Поперечные моды.
20. Атомарные газовые лазеры.
21. Молекулярные газовые лазеры.
22. Химические лазеры.
23. Твердотельные лазеры.

24. Лазеры на красителях.
25. Модуляция добротности. Синхронизация мод.
26. Техника сверхкоротких импульсов и ее применение.
27. Твердотельные технологические лазеры.
28. СО2 лазеры различных типов.
29. Эксимерные и полупроводниковые лазеры.
30. Характеристики технологических лазеров.
31. Достоинства и недостатки технологических лазеров.
32. Области применения в современных технологиях.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пяти-балльная шкала (академическая) оценка	Двух-балльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает низшего уровня.</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 низшего уровня.</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

		НО		
--	--	----	--	--

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

Основная литература

1. Степанов, Е. В. Диодная лазерная спектроскопия и анализ молекул-биомаркеров/ Е. В. Степа-нов. - М.: Физматлит, 2009. - 416 с.
2. Шмидт, В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов/ В. Шмидт; пер. с англ. Н. П. Ивановской; под ред. С. В. Савилова. - М.: Техносфера, 2007. – 363 с.

Дополнительная литература:

1. Демтредер, В. Современная лазерная спектроскопия/ В. Демтредер; пер с англ. М. В. Рябини-ной, Л. А. Мельникова, В. Л. Дербова; под ред. Л. А. Мельникова. - Долгопруд-ный: Интел-лект, 2014.
2. Тимофеев, В. Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и нано-структур: учеб. пособие/ В. Б. Тимофеев. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2015. - 1 on-line, 507 с.
3. Аплеснин, С. С. Задачи и тесты по оптике и квантовой механике: учеб. пособие для вузов/ С. С. Аплеснин, Л. И. Чернышова, Н. В. Филенкова. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2012. - 330 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

«Избранные главы физики твердого тела»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки Физика

Профиль Функциональные наноматериалы и современные технологии

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград

20__

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 института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического совета
института физико-математических наук
и информационных 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 Организует, выполняет экспериментальные исследования на современном уровне и анализирует их результаты ОПК-1.2 В рамках преподавательской деятельности способен обучить базовым навыкам проведения эксперимента на современном уровне	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.
ПКС-1 Способен выполнять измерения параметров наноматериалов и наноструктур, а также оформлять протоколы результатов измерений в соответствии с технологической документацией и инструкциями по эксплуатации оборудования	ПКС-2.1 Измеряет и анализирует различные физические и химические параметры наноматериалов и наноструктур в соответствии с технологической документацией и инструкциями по эксплуатации оборудования	Знать: законы и методы современной физики твёрдого 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.
ПКС-2 Способен находить, анализировать возможности использования и использовать источники необходимой для планирования учебных занятий	ПКС-1.1 Осуществляет поиск и анализ информации, необходимой для организации учебных занятий и подготовки методических пособий ПКС-1.2 Систематизирует	Знать: теоретические знания в области физики конденсированного состояния для решения практических задач (экспериментальных исследований),

тий и методических пособий профессиональной информации (включая методическую литературу, электронные образовательные ресурсы)	профессиональную информацию и оформляет в методические пособия	связанных с изучением физических явлений в твердотельных материалах. Уметь: рекомендации (предписания), позволяющие подбирать методы и режимы модификации свойств материалов. Владеть: навыками эффективной практической работы в современном исследовательском оборудованием.
---	--	--

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Избранные главы физики твердого тела» представляет собой дисциплину базовой части блока дисциплин 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>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 барриера. Спонтанная поляризация. Применение диэлектриков: конденсаторы, оптические преобразователи. Применение сегнетоэлектрических материалов. Вариконды, элементы памяти.</i>
3	<i>Магнитные свойства материалов. Применение магнитных свойств</i>	<i>Магнитный момент и намагниченность. Магнитные квантовые числа в квантовой механике: спин и момент количества движения. Магнитный момент твердотельных материалов. Материалы во внешнем магнитном поле. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Природа диамагнетизма. Природа парамагнетизма. Природа ферромагнетизма, спонтанная намагниченность. Точка Кюри. Применение ферромагнетиков. Спинтроника. Антиферромагнетики и ферримагнетики.</i>
4	<i>Тепловые и упругие свойства материалов. Применение</i>	<i>Тепловые свойства материалов. Теплопроводность. Температуропроводность. Теплоёмкость. Основное уравнение теплопроводности. Уравнение теплопроводности в интегральном и дифференциальном виде. Примеры граничных условий для решения уравнений теплопроводности. Упругие свойства материалов. Деформации. Тензор напряжений. Связь между деформациями и напряжениями. Закон Гука. Сегнетоэластики. Микроскопическая природа сегнетоэластического эффекта. Общие закономерности</i>

		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. Сегнетомагнетики 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 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.
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.

		<i>источники питания. Основные характеристики источников питания на эффекте Зеебека. Термоэлектрическая добротность. Пути повышения термоэлектрической добротности. Измерение коэффициента Зеебека.</i>
9	<i>Магнитотепловые явления. Применение магнитотепловых явлений.</i>	<i>Термомагнитные явления. Магнитокалорический эффект. Механизмы магнитокалорического эффекта. Основные энергетические соотношения. Применение магнитокалорического эффекта. Магнитное охлаждение. Цикл Карно и цикл Стирлинга. Пиромагнитный эффект.</i>
10	<i>Эластокалорические и мультикалорические эффекты</i>	<i>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.</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 магнитоупругости. Магнитоупругость парапроцесса. Спонтанная магнитоупругость. Микроскопические механизмы магнитоупругости. Дипольная магнитоупругость. Обменная магнитоупругость. Одноионная магнитоупругость. Описание спонтанной магнитоупругости. Фазовые переходы первого и второго рода. Магнитоупругий эффект. Магнитоупругий эффект в области технического намагничивания. Магнитоупругий эффект парапроцесса. Механоупругость. Аномалия модуля упругости, обусловленная механоупругостью парапроцесса. Пьезомагнетизм. Применение магнитоупругих 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 Пельтье. Механизмы эффекта Зеебека. Основные коли-

чественные 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. 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 учеб-

ной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/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
1. Введение. Основные термины и определения предмета «Функциональные материалы»	ОПК-1	самостоятельная работа
2. Электрические свойства материалов. Применение электрических свойств	ПКС-1	самостоятельная работа
3. Магнитные свойства материалов. Применение магнитных свойств	ПКС-2	самостоятельная работа
4. Тепловые и упругие свойства материалов. Применение	ОПК-1	тест
5. Магнитоэлектрические эффекты в твердых материалах. Применение магнитоэлектрических эффектов.	ПКС-1	самостоятельная работа
6. Магнитоупругие явления. Применение магнитоупругих явлений	ПКС-2	контрольная работа
7. Электромеханические явления. Применение электромеханических явлений.	ПКС-2	самостоятельная работа
8. Термоэлектрические явления. Применение термоэлектрических явлений.	ОПК-1	контрольная работа

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

Вариант теста	Вопрос	Варианты ответов	Прав. 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, диэлек- 	1	1

		трик, .		
SingleSelection	Одноионный механизм магнитострикции - это	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; Напряжение короткого замыкания на термоэлементе; Работа тепловых сил по перемещению зарядов; Заряд на концах термоэлектрика; Эдс, которая подаётся на термоэлектрик.	3	1
SingleSelection	Самое распространённое применение пьезоэлектрического кварца	Фильтры; Элементы перемещений; Тензорезисторы; Генераторы тактовых импульсов; Трансформаторы.	4	1
SingleSelection	Электрокалорический эффект это	Генерация тепла под действием электрического поля; Изменение температуры диэлектрика при поляризации/деполяризации; Генерация напряжения под действием температуры; Изменение температуры диэлектрика под действием электрического поля; Аномалии теплового расширения сегнетоэлектриков	2	1

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 баррия. Спонтанная поляризация. Применение диэлектриков: конденсаторы, оптические преобразователи. Применение сегнетоэлектрических материалов. Вариконды, элементы памяти.
- 5) Магнитный момент и намагниченность. Магнитные квантовые числа в квантовой механике: спин и момент количества движения. Магнитный момент твердотельных материалов. Материалы во внешнем магнитном поле. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Природа диамагнетизма. Природа парамагнетизма.
- 6) Природа ферромагнетизма, спонтанная намагниченность. Точка Кюри. Применение ферромагнетиков. Спинтроника. Антиферромагнетики и ферримагнетики.
- 7) Тепловые свойства материалов. Теплопроводность. Температуропроводность. Теплоёмкость. Основное уравнение теплопроводности. Уравнение теплопроводности в интегральном и дифференциальном виде. Примеры граничных условий для решения уравнений теплопроводности. Упругие свойства материалов.
- 8) Деформации. Тензор напряжений. Связь между деформациями и напряжениями. Закон Гука. Сегнетоэластики. Микроскопическая природа сегнетоэластического эффекта. Общие закономерности электрического, магнитного и упругого упорядочения твёрдых тел. Применение сегнетоэластиков.
- 9) Магнитоэлектрический эффект. Основные количественные соотношения и микроскопический механизм явления. Симметрия кристаллов и магнитоэлектрический эффект. Микроскопические механизмы явления.
- 10) Сегнетомагнитный эффект. Понятие о мультиферроиках. Сегнетомагнетики первого и второго рода. Применение магнитоэлектрического эффекта. Применение сегнетомагнетиков.
- 11) Явление магнитострикции. Магнитострикция парапроцесса. Спонтанная магнитострикция. Микроскопические механизмы магнитострикции. Дипольная магнитострикция. Обменная магнитострикция. Одноионная магнитострикция. Описание спонтанной магнитострикции. Фазовые переходы первого и второго рода.
- 12) Магнитоупругий эффект. Магнитоупругий эффект в области технического намагничивания. Магнитоупругий эффект парапроцесса. Механострикция. Аномалия модуля упругости, обусловленная механострикцией парапроцесса. Пьезомагнетизм.

- 13) Применение 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 актуаторы. 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)	Пяти-балльная шкала (академическая) оценка	Двух-балльная 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 кон-	<i>Включает низший уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализи-	хорошо		71-85

	текстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	ровать 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) 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/Teploprovodnost_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 магнитоотрицательная проводимость / 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 магнитоотрицательная проводимость в многокомпонентных сплавах 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 фун-

даментальной 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_ttunt.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.petrstu.ru/p/tutorial/ft/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. Воробьёв, 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-magnitouporyadochennyh-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: «Функциональные наноматериалы и современные
технологии»**

Профиль: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2022

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 института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического совета
института физико-математических наук
и информационных 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 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	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.
ПКС-1 Способен находить, анализировать возможности использования и использовать источники необходимой для планирования учебных занятий и методических	ПКС-1.1 Осуществляет поиск и анализ информации, необходимой для организации учебных занятий и подготовки методических пособий ПКС1.2 Систематизирует профессиональную информацию и оформляет в методические пособия	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

<p>пособий профессиональной информации (включая методическую литературу, электронные образовательные ресурсы)</p>		<p>размера в магнитных наноматериалах;</p> <ul style="list-style-type: none"> - особенности супермагнетизма; - особенности магнитных процессов в тонких пленках; - основные методы методы синтеза магнитных наноматериалов; - методы функционализации магнитных материалов. <p>Студент должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>Студент должен владеть навыками</p> <ul style="list-style-type: none"> - основных методов синтеза магнитных наноматериалов.
---	--	--

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 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 монополю. Эффект Зеемана. Магнетизм конденсированного состояния. Парамагнитные материалы. Диамагнитные материалы. Ферромагнитные материалы. Антиферромагнитные 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 нанобъекты: суперпарамагнетизм. Влияние размерного эффекта на доменную структуру. Одномерные нанобъекты: нанопроволки. Модель Изинга. Движение доменной границы в нанопроводе. Влияние напряжений и температуры на движение доменной границы в нанопроводе.</i>
5	<i>Тема 5. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 2).</i>	<i>Двумерные нанобъекты: тонкие магнитные пленки и многослойные. Воротексы и антиворотексы. Скирмионы. Квантовый эффект Холла. Гигантское магнеторезистентность: принцип и реализация. Введение в</i>

		<i>спинтронике.</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. 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 стенки в полосах и проводах. Обменное 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 наночастиц</i>	<i>Способы получения сферических наночастиц химическими методами. Метод со-</i>

	<i>ческих и анизомерных наноматериалов.</i>	<i>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 магнитных наноматериалов (часть 2).</i>	<i>Использование полимеров для покрытия наночастиц оболочкой. Способы связывания поверхности наночастицы с биологически активными молекулами (белками, антителами, антигенами).</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 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).

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 наномасштабе.

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

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

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

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

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

6. Супермагнетизм (часть 1).

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

7. Супермагнетизм (часть 2).

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

8. Характеристика магнитных наноматериалов.

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

9. Магнетизм в тонких пленках (часть 1).

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

10. Магнетизм в тонких пленках (часть 2).

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

11. Химия твердого тела (обзор).

Особенности строения твердых тел. Введение в кристаллическую структуру твердого тела. Аморфное состояние. Теория строения и реакционной способности твердых тел. Обзор современных методов синтеза и изучения высокотемпературных сверхпроводников. Методы химии твердого тела для получения наноразмерных структур и гетероструктур. Реакционная способность твердых тел. Коррозия металлов.

12. Дизайн магнитных наноматериалов.

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

13. Физический синтез магнитных наночастиц.

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

14. Химический синтез сферических и анизомерных наноматериалов.

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

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

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

16. Метод термоллиза (thermal decomposition methods).

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

17. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 1).

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

18. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 2).

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

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Тема 1. Введение в физику и химию магнитных наноматериалов.

Тема 2. Магнетизм в твердых телах (обзор).

Тема 3. Магнитная анизотропия на наноуровне.

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

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

Тема 6. Супермагнетизм (часть 1).

Тема 7. Супермагнетизм (часть 2).

Тема 8. Характеристика магнитных наноматериалов.

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

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

Тема 11. Химия твердого тела (обзор).

Тема 12. Дизайн магнитных наноматериалов.

Тема 13. Физический синтез магнитных наночастиц.

Тема 14. Химический синтез сферических и анизомерных наноматериалов.

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

Тема 16. Метод термоллиза (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 уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1. Введение в физику и химию магнитных наноматериалов.</i>	<i>ПКС-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 2. Магнетизм в твердых телах (обзор).</i>	<i>ПКС-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 3. Магнитная анизотропия на наноуровне.</i>	<i>ПКС-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 4. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 1).</i>	<i>ПКС-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>

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

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

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.

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

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

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

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

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пяти-балльная шкала (академическая) оценка	Двух-балльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает низшего уровня 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 низшего уровня уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретиче-	удовлетворительно		55-70

(достаточный)	ность	ски и практически контролируемого материала			
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература:

- 1) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спириин Кн. 3 : Термодинамика. Статистическая физика. Строение вещества. -1 о=эл. опт. диск, 367, [3] с.
- 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.
- 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 r=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 r=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 r=on-line, 88 с.
- 4) УЧЛ - Электронный учебник (ККО=1)
- 5) Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму: краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 1. -1998. -1 r=on-line, 89 с.

- 6) Кузнецов С. И.. Курс физики с примерами решения задач : учеб. пособие для вузов/ С. И. Кузнецов Ч. 1 : Механика. Молекулярная физика. Термодинамика. -2014. -1 г=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: «Функциональные наноматериалы и современные
технологии»**

Профиль: «Физика»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Калининград
2022

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 института физико-математических наук и информационных технологий

Протокол № 1 от «01» февраля 2022 г.

Председатель учебно-методического
совета института физико-математических
наук и информационных 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-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p>	<p>УК-1.1 Осуществляет выбор информационных ресурсов для поиска информации в соответствии с поставленной учебной задачей УК-1.2 Систематизирует информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованием учебного задания УК-1.3 Формулирует и аргументирует выводы и суждения, в том числе с применением философского понятийного аппарата</p>	<p>Знать: технику безопасности проведения экспериментов с оборудованием; инструкции по использованию оборудования; Уметь: проводить групповые экспериментальные работы. Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Умением анализировать экспериментальные данные • навыками выполнять измерения свойств материалов • навыком разработки экспериментов по определению свойств материалов.
<p>УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p>	<p>УК-2.1 Определяет и формулирует цели и задачи проекта УК-2.2 Осуществляет организацию и реализацию поставленных целей проекта</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-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 Организует группу для выполнения экспериментальные исследования на современном уровне ОПК-2.2 Принимает решения и разрабатывает концепцию научно-исследовательской работы</p>	<p>Знать: особенности образования и ведения научной деятельности в разных странах. Уметь: проводить групповые экспериментальные работы; Владеть: навыками составления комплексных экспериментов с пошаговыми инструкциями их проведения.</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: новейшие задачи в области изучения свойств материалов. Уметь: ставить конкретные научные задачи. Владеть: опытом участия в коллективных научных мероприятиях</p>

<p>ОПК-4 Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>
<p>ПКС-2 Способен выполнять измерения параметров наноматериалов и наноструктур, а также оформлять протоколы результатов измерений в соответствии с технологической документацией и инструкциями по эксплуатации оборудования</p>	<p>ПКС-2.1 Измеряет и анализирует различные физические и химические параметры наноматериалов и наноструктур в соответствии с технологической документацией и инструкциями по эксплуатации оборудования</p>	<p>Знать: основные понятия материаловедения; типы материалов и их свойства; виды упорядочения; применение различных материалов; основы спинтроники; применение устройств спинтроники; характеристики и применение наночастиц, тонких пленок. Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • интерпретировать статические и динамические явления и различать различные типы материалов. • применять полученные знания в других предметных областях • понимать основные типы взаимодействия (дипольные, спин-орбитальные, обменные взаимодействия) и их влияние на типы упорядочения. • описывать формирование свойств материалов • связать температурную и магнитную поляризацию, анизотропию и с кристаллической структурой, формой и составом материалов. • понять причину формирования свойств в различных типах материалов • описать эффекты памяти формы

		<ul style="list-style-type: none"> • иметь базовое понимание биофизики (феноменология и примеры) <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Умением анализировать экспериментальные данные • навыками выполнять измерения свойств материалов • умением интерпретировать результаты измерений и определять свойства материалов • навыком разработки экспериментов по определению свойств материалов.
--	--	---

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Функциональные наноматериалы для различных приложений» представляет собой дисциплину базовой части блока дисциплин 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>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. Манипулирование клетками. Токовые</i>

		<p>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 высокосиштых 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» CoFe_2O_4 / NiFe_2O_4 NPs Суспензии. Покрытые золотом наночастицы магнетита. Манипулирование клетками. Токовые магнитные пинцеты. Магнитная наночастица + биологическая клетка. Магнитный (электромагнитный) пинцет. Лаборатория на чипе. Феррофлюидный насос. Микро ПЦР. 3D-Манипулирование: магнитный микроробот. 4D печать - микроактюатор: частицы в полимерах. Тканевая инженерия. Магнитные нанопровода. Магнитные нанопровода + массивы микропаттернов. Манипулирование с помощью микроэлектромагнитов. Биоинспирация.

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 высокосишитых 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. Нанослои: графен и 2D материалы	УК-1	самостоятельная работа
2. Углеродные нанотрубки и полимерные композиты	УК-2	самостоятельная работа
3. Наночернила из металлов для печати	ОПК-2	самостоятельная работа
4. Магнитные наноструктуры	ОПК-3	тест
5. Манипулирование микро- и наноразмерными объектами	ОПК-4	самостоятельная работа
6. Наносенсоры	УК-1	контрольная работа
7. Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами	УК-2	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 на основе изученных методов, приемов, технологий</i>	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и	<i>Включает нижестоящий уровень.</i>	хорошо		71-85

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

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

Основная литература:

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

Дополнительная литература:

- 1) Шпольский, Э. В.. Атомная физика : учебник : в 2 т./ Э. В. Шпольский Т. 2 : Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. -6-е изд., стер.. -1 г=on-line, 438 с.: ил.
- 2) Шпольский, Э. В.. Атомная физика : учебник : в 2 т./ Э. В. Шпольский Т. 1 : Введение в атомную физику. -8-е изд., стер.. -1 г=on-line, 557, [3]: рис.

- 3) Гончарова Н. Г. Частицы и атомные ядра. Задачи с решениями и комментариями : учеб. пособие/ Н. Г. Гончарова, Б. С. Ишханов, И. М. Капитонов. -Москва: Физматлит, 2013. -1 г=on-line, 448 с.
- 4) Ахманов С. А. Статистическая радиофизика и оптика. Случайные колебания и волны в линейных системах/ С. А. Ахманов, Ю. Е. Дьяков, А. С. Чиркин. -2-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Физматлит, 2010. -1 г=on-line, 423 с.
- 5) Shantanu Bhattacharya, Avinash Kumar Agarwal, T. Rajagopalan, Vinay K. Patel - Nano-Energetic Materials-Springer Singapore (2019)
- 6) 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) 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.