

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

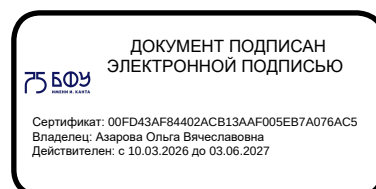
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Профессиональная подготовка на английском языке»

**Шифр: 03.04.02 Направление подготовки: Физика Профиль: «Умные
материалы и передовые технологии»**

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025



Лист согласования

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

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

Протокол № 20 от «31» января 2025г.

Председатель Ученого совета

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

А.В. Юров
К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Профессиональная подготовка на английском языке».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины:

«Профессиональная подготовка на английском языке».

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

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине

<i>УК-1: Способен к формированию и изменению собственных жизненнообразовательных маршрутов в профессиональных сообществах с учётом приоритетов собственной деятельности и национального развития</i>	<i>УК-1.10: Выстраивает профессиональное взаимодействие с учетом культурных особенностей представителей разных этносов, конфессий и социальных групп, а также приоритетов национального развития.</i>	Знать: англоязычные языковые конструкции для описания жизненных ситуаций в контексте профессиональной деятельности; Уметь: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать с помощью англоязычных источников; Владеть: навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития, владеть технологиями профессиональной деятельности в сфере научных исследований в контексте мировых тенденций в науке и индустрии с использованием английского языка
<i>ОПК-2: Способен организовывать и проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том</i>	<i>ОПК-2.1: Использует теоретические и экспериментальные физические и математические методы для решения</i>	Знать: виды и особенности письменных текстов и устных выступлений; понимать общее содержание сложных текстов на абстрактные и

числе междисциплинарные, с применением специализированных фундаментальных знаний и практических подходов из области физикоматематических наук.	научно-исследовательских задач. ОПК-2.2: Прогнозирует использование знаний, методов, подходов из области физики и математики для решения междисциплинарных задач.	конкретные темы, в том числе узкоспециальные тексты Уметь: применять этические нормы использования иноязычной коммуникации; подбирать литературу по теме, составлять двуязычный словарь, переводить и реферировать специальную литературу, подготавливать научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы, объяснять свою точку зрения и рассказывать о своих планах. Владеть: навыками обсуждения знакомой темы, делая важные замечания и отвечая на вопросы; создания простого связного текста по знакомым или интересующим его темам, адаптируя его для целевой аудитории.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Профессиональная подготовка на английском языке» представляет собой дисциплину Б1.О.01. модуля по подготовке магистров по направлению 03.04.02 "Физика", магистерская программа " Умные материалы и передовые 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 образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>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</i>

		<i>Past Perfect</i> <i>b. Avoiding repetition. That (of) / those (of)</i>
3	<i>Nanomaterials 3D</i>	<i>a. Dendrimer;</i> <i>b. Quantum dots;</i> <i>c. Fullerenes.</i> <i>Grammar:</i> <i>Present Perfect Simple/Continuous</i> <i>Noun phrases in academic writing</i>
4	<i>MXenes</i>	<i>Mxenes origin;</i> <i>b. Mxenes properties.</i> <i>Grammar:</i> <i>Future Simple/Continuous/Perfect</i> <i>Present tenses with the future meaning</i>
5	<i>Metal Organic Framework (MOF)</i>	<i>b. MOF application.</i> <i>Grammar:</i> <i>Passive voice</i> <i>Types of adverbs</i> <i>Planning and preparation to write your article</i>
6	<i>Nanobiology. Nanomimetics</i>	<i>a. Biomimetic nanomaterials;</i> <i>b. Sacrificial bonds.</i> <i>Grammar:</i>
		<i>Gerund/Infinitive forms</i> <i>Structuring of academic sentences</i>
7	<i>Biomolecular coronas</i>	<i>a. Nanomedicine</i> <i>Grammar:</i> <i>Inversion</i> <i>How to write "introduction" part of your article</i>
8	<i>Nanoscale glass bottles</i>	<i>a. Targeted drug delivery;</i> <i>Grammar:</i> <i>Complex subject, passive voice with the reporting verbs.</i> <i>How to refer to the authors.</i> <i>Literature reviews.</i>

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

Тема 1. Nanomaterials 1D

Тема 2. Properties of 2D nanomaterials

Тема 3. Nanomaterials 3D

Тема 4. MXenes

Тема 5. Metal Organic Framework (MOF)

Тема 6. Nanobiology. Nanomimetics

Тема 7. Biomolecular coronas

Тема 8. 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» научнопедагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

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

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контроли- руемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Nanomaterials 1D</i>	<i>ОПК-2 УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Properties of 2D nanomaterials</i>	<i>ОПК-2 УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Nanomaterials 3D</i>	<i>ОПК-2 УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>MXenes</i>	<i>ОПК-2 УК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Metal Organic Framework (MOF)</i>	<i>ОПК-2 УК-1</i>	<i>тест</i>

<i>Nanobiology. Nanomimetics</i>	<i>ОПК-2 УК-1</i>	<i>мест</i>
<i>Biomolecular coronas</i>	<i>ОПК-2 УК-1</i>	<i>мест</i>
<i>Nanoscale glass bottles</i>	<i>ОПК-2 УК-1</i>	<i>мест</i>

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

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

	called ... (Complete the sentence)			usually metal is called ...
SingleSelection	What does space elevator connect? (Choose the correct answer)	the earth's surface to stars /the earth's surface to space/ the earth's surface to the sun	3	Technology in use. What does space elevator connect?
SingleSelection	How do we call the instruments and equipment carried in a space craft? (Choose the correct answer)	cargo /load /payload	3	Technology in use. How do we call the instruments and equipment carried in a space craft?

SingleSelection	Powered means...	have movement directed/ moved by force carried	2	Technology in use. Powered means ...
SingleSelection	Cable needs strength -to - weight ... (Complete the sentence)	ratio /structure/ definition	1	Technology in use. Cable needs strength to - weight ...
SingleSelection	Alternative term for pulley is ... (Complete the sentence)	solar power/ pile /sheave	2	Technology in use. Alternative term for pulley is ...
SingleSelection	Steel ... in concrete (Complete this expression)	Strength/ foundation /reinforcement	3	Technology in use. Steel ...in concrete
SingleSelection	What is liquid to reduce friction between moving parts? (Choose the correct answer)	Oils/ lubricant/ substance	3	Technology in use. What is liquid to reduce friction between moving parts?
SingleSelection	We are not sure	Whether/	1	Technology in

	... this hypothesis is true. (Complete the sentence)	weather /whatever		use. We are not sure ... this hypothesis is true.
SingleSelection	This article is often ... (Complete the sentence)	written about/ referred to/ acted on	2	Technology in use. This article is often ...
SingleSelection	A charged particle is acted upon by ... (Complete the sentence)	electrons /physicists/ forces	1	Technology in use. A charged particle is acted upon by ...
SingleSelection	Redundant satellites that litter orbital space are called ... (Complete the sentence)	Garbage/ space debris/ wastes	2	Technology in use. Redundant satellites that litter orbital space are called ...
SingleSelection	What is device which transforms electrical energy into rotary motion? (Choose the correct answer)	Gears/ bearing /motor	3	Technology in use. What is device which transforms electrical energy into rotary motion?
SingleSelection	.The resistance of an object to acceleration or deceleration due to its mass is called ... (Complete the sentence)	Inertia/expansion /friction	3	Technology in use. The resistance of an object to acceleration or deceleration due to its mass is called ...
SingleSelection	There's a setting on the GPS that ... it to detect the movement. (Complete	Prevents/ ensures /allows	2	Technology in use. There's a setting on the GPS that ... it to detect the movement.

	the sentence)			

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)	Пятибалльная шкала (академическая)	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
		компетенции, критерии оценки сформированности)	оценка	шкала, зачет	(рейтинговая оценка)

Повышенны й	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большой степени самостоятель ности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетвори тельный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетвор ительно		55-70
Недостаточн ый	Отсутствие удовлетворительного уровня	признаков	неудовлетв орительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. 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 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.lms3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;

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

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

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

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

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

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологическое предпринимательство»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составители:

Лисевич А.В., маркетолог НОЦ «Умные материалы и биомедицинские приложения» БФУ им. И. Канта.

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

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

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

А.В.Юров
К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Технологическое предпринимательство»
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы
4. Виды учебной работы по дисциплине
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4 Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Технологическое предпринимательство».

Целью изучения дисциплины «Технологическое предпринимательство» является овладение обучающимися знаниями о технологическом предпринимательстве, методах генерации технологических идей, их трансформации в продукты и последующая коммерциализация продуктовых решений.

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

Код и Содержание компетенций	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-3 Способен прогнозировать применимость результатов научной и профессиональной деятельности и использовать знания и методы из области физико-математических наук в различных задачах с учетом комплексного подхода.	ОПК-3.1 Проводит анализ результатов научных исследований и профессиональной деятельности в области физики и математики. ОПК-3.2 Участвует в научно-исследовательских дискуссиях о передовых методах и технологиях в своей области. ОПК-3.3 Описывает результаты научных исследований и профессиональной деятельности с использованием подходов из различных областей науки и сфер профессиональной деятельности.	Знать: все сферы потенциального практического применения результатов научных исследований; концепцию Научно-технологической инициативы (НТИ) РФ; рынки НТИ. Уметь: генерировать идеи инновационных продуктов. Владеть: навыками разработки стратегии создания/развития инновационного предприятия; инструментами анализа конкурентов и рынков.
ОПК-4 Способен инициировать проекты и управлять их реализацией в области своей профессиональной деятельности с учетом инновационного технологического и социально-экономического подходов.	ОПК-4.1 Использует знания теории проектной деятельности на практике для создания проектов и их реализации. ОПК-4.2 Прогнозирует результаты реализации проектов с учетом достижения инновационного технологического и социально-экономического показателей.	Знать: жизненный цикл инновационного проекта, инструменты прогнозирования результатов проектной деятельности Уметь: выделять научную и экономическую проблему и ставить конкретную задачу для ее решения. Владеть: навыками создания и описания проектной идеи, навыками работы с научной литературой на русском и английском языках

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технологическое предпринимательство» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации 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	Экосистема технологического предпринимательства в России и за рубежом.	Инновационные территории: инновационный центр «Сколково», Иннополис, Кремниевая долина. Рынки НТИ, импортозамещение; метод TAM-SAM-SOM; Боли потребителей, критерии эффективности при создании продуктов. Способы обойти конкурентов.
2	Генерация идей инновационных продуктов; этапы прикладной разработки инновационного продукта.	Поиск перспективных идей инновационных продуктов, изучение рынков инноваций, бенчмаркинг.

3	Научная идея инновационного продукта: НИР, ОКР, НИОКР;	НИР, ОКР, НИОКР: определение, содержание, отличия, формулировка и порядок проведения. Правила составления эффективного технического задания на проведение НИР, ОКР, НИОКР.
4	Инструменты финансирования инновационных проектов и институты поддержки технологических предпринимателей.	Инфраструктурные организации: АСИ, РВК, международные венчурные фонды, бизнес-ангелы, региональные фонды поддержки предпринимательства. Основные формы поступления финансовых средств для нужд инновационных проектов: гранты, займы, субсидии, венчурные инвестиции, кредиты. Программы и особенности участия: фонды/конкурсные программы, поддерживающие инновационные проекты, отраслевые акселераторы.
5	Команда инновационного проекта.	Проектные роли: Hard skills и Soft skills. Определяем CEO проекта. Методы управления проектами: Agile, Scrum, Kanban. Онлайн-инструменты управления проектами
6	Бизнес – модель, модель монетизации и бизнес-план инновационного проекта.	Бизнес – модель, модель монетизации, бизнес-план инновационного проекта: суть, структура, виды и правила составления.
7	Маркетинговая стратегия инновационного проекта.	Маркетинговая стратегия: определение, виды, решения. Особенности маркетинга инновационных продуктов, тестировка. Жизненный цикл инновационного продукта: создание, выведение на рынок, совершенствование.
8	Охрана интеллектуальной собственности.	Базовые понятия патентного права. Патент, полезная модель, лабораторный образец. Федеральный институт промышленной собственности. Работа с порталом https://www.fips.ru/ . Международная патентная система РСТ
9	Презентация инновационного проекта.	Форматы презентации инновационных проектов: спич-сессия, классическая презентация, формат tedx. Структура презентации, формы визуализации данных, ответы на вопросы.

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

- Характеристики инновационного предпринимателя;
- Нормативно-правовая база регулирования предпринимательства в России;
- Организационно-правовые формы предпринимательства. Правовая документация ведения предпринимательской деятельности;
- Контрактное производство: суть, риски, окупаемость;
- Международные классификации объектов промышленной собственности (МПК, МКТУ, МКПО);
- Особенности маркетинга инноваций;
- Особенности вывода инновационного продукта на рынок;
- Риски инновационного бизнеса (технологические, финансовые, инфраструктурные, рыночные).

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

- ✓ Экосистема технологического предпринимательства в России и за рубежом.
- ✓ Генерация идей инновационных продуктов; этапы прикладной разработки инновационного продукта.
- ✓ Научная идея инновационного продукта: НИР, ОКР, НИОКР;
- ✓ Инструменты финансирования инновационных проектов и институты поддержки технологических предпринимателей
- ✓ Команда инновационного проекта.
- ✓ Бизнес – модель, модель монетизации и бизнес-план инновационного проекта.
- ✓ Маркетинговая стратегия инновационного проекта.
- ✓ Охрана интеллектуальной собственности.
- ✓ Презентация инновационного проекта.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

- ✓ Виды предпринимательских экосистем и основные участники
- ✓ Изучение гипотез на маркетплейсе <https://univertechpred.ru/marketplace/>
- ✓ Формулируем НИР, ОКР, НИОКР
- ✓ Программы поддержки инновационных бизнесов
- ✓ Роли в предпринимательском проекте
- ✓ Модель Остервальда
- ✓ Структура маркетинговой стратегии инновационного проекта
- ✓ Различные формы РИД
- ✓ Идеальная презентация инновационного проекта

Требования к самостоятельной работе студентов

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

- ✓ Условия и ресурсы, способствующие созданию и развитию технологических стартапов в России и других странах.
- ✓ Создание инновационных продуктов: Процесс разработки новых и уникальных продуктов с использованием передовых технологий.
- ✓ Научная основа инноваций: Исследования и разработки, лежащие в основе создания инновационных продуктов.
- ✓ Финансирование инноваций: Источники и механизмы получения финансирования для технологических проектов.
- ✓ Поддержка предпринимателей: Организации и программы, оказывающие помощь предпринимателям в реализации их технологических идей.
- ✓ Команда инновационного проекта: Ключевые роли и навыки, необходимые для успешной реализации инновационного проекта.

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

- ✓ Бизнес-модель и монетизация: Стратегия получения дохода и обеспечения финансовой устойчивости инновационного проекта.
- ✓ Маркетинговая стратегия: План действий по продвижению и продаже инновационного продукта или услуги.
- ✓ Защита интеллектуальной собственности: Меры по охране авторских прав, патентов и других форм интеллектуальной собственности, связанных с инновационным проектом. Презентация инновационного проекта: Эффективное представление и продвижение проекта перед инвесторами, клиентами и другими заинтересованными сторонами.

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 контролируе мой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Экосистема технологического предпринимательства России и за рубежом.</i>	ОПК – 3.2	<i>Коллоквиум</i>
<i>Генерация идей инновационных продуктов; этапы прикладной разработки инновационного продукта.</i>	ОПК- 3.3	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Научная идея инновационного продукта: НИР, ОКР, НИОКР;</i>	ОПК – 3.1, ОПК – 3.2, ОПК – 3.3	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Инструменты финансирования инновационных проектов и институты поддержки технологических предпринимателей.</i>	ОПК – 4.2	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Команда инновационного проекта.</i>	ОПК – 4.1	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Бизнес – модель, модель монетизации и бизнес-план инновационного проекта.</i>	ОПК-3	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Маркетинговая стратегия инновационного проекта.</i>	ОПК-4.1, ОПК-4.2	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Охрана интеллектуальной собственности.</i>	ОПК – 3.1, ОПК – 3.2, ОПК – 3.3	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>
<i>Презентация инновационного проекта.</i>	ОПК-3	<i>Коллоквиум, портфолио проекта</i>

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

Типовые задания:

Тема 1. Экосистема технологического предпринимательства в России и за рубежом.

Изучите дорожные карты рынков НТИ на ресурсе https://nti2035.ru/documents/Road_maps/ и составьте сводную таблицу ключевых сегментов рынков НТИ

Тема 2. Инструменты финансирования инновационных проектов и институты поддержки технологических предпринимателей.

1.1. Изучите и проанализируйте современные институты поддержки развития технологического предпринимательства стран Азиатского региона и Индии. Составьте карту мер поддержки (инфографика).

1.2. Проанализируйте современные институты поддержки развития технологического предпринимательства в странах СНГ. Составьте карту мер поддержки (инфографика).

1.3. Проанализируйте современные институты поддержки развития технологического предпринимательства в США и странах Восточной и Западной Европы. Составьте карту мер поддержки (инфографика).

8.3 Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Что такое стартап?
2. Отличительные характеристики стартап-проекта от предпринимательского проекта?
3. Зачем инновационному проекту финансовая модель?
4. Характеристика рынков НТИ?
5. Как финансовая модель может помочь в оценке стоимости?
6. Какие есть внешние и внутренние ограничения в финансовой модели?
7. Зачем проекту прогнозировать денежные потоки?
8. Взаимосвязь SAM, SOM, PAM и TAM?
9. Что такое потребительский сегмент?
10. Ключевые характеристики для определения целевой аудитории?
11. Что такое портрет потребителя и для чего его строят?
12. В чем состоит специфика портрета потребителя на высокотехнологичных рынках?
13. Что такое контрактное производство?
14. Отличительные особенности ноу-хау, патента и полезной модели?
15. Что такое масштабируемый бизнес?
16. Что такое трекинг карта?
17. Что такое HADI-цикл?
18. Венчурные фонды: деятельность и структура?
19. Краудфандинг: понятие и особенности?
20. Оптимальная структура инвестиционной презентации?

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая)

		сформированности)			оценка)
Повышенны й	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий</i>	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессионал ьной деятельности, нежели по образцу с большой степени самостоятельн ости и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения</i>	хорошо		71-85
Удовлетвори тельный (достаточны й)	Репродуктивн ая деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетвор ительно		55-70
Недостаточн ый	Отсутствие удовлетворительного уровня	признаков	неудовлетв орительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. Бизнес с нуля: Метод Lean Startup для быстрого тестирования идей и выбора бизнес-модели / Э. Рис; Пер. с англ. А. Стативки. - 5-е изд. - М.: Альпина Пабл., 2016. - 253 с.: 70x100 1/16 (Переплёт, с/о) ISBN 978-5-9614-5401-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/768886>

2. Найти идею: Введение в ТРИЗ - теорию решения изобретательских задач / Альтишуллер Г.С., - 9-е изд. - М.: Альпина Пабл., 2016. - 402 с.: ISBN 978-5-9614-5558-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/915077>

3. *Построение бизнес-моделей: Настольная книга стратега и новатора / Остервальдер А., Пинье И., - 2-е изд. - М.:Альпина Пабли., 2016. - 288 с.: ISBN 978-5-9614-1844-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/916078>*

4. *Разработка ценностных предложений: Как создавать товары и услуги, которые захотят купить потребители. Ваш первый шаг: Учебное пособие / Остервальдер А., Пинье И., Бернарда Г. - М.:Альпина Пабли., 2016. - 312 с.: ISBN 978-5-9614-4907-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/923404>*

5. *Стартап: Настольная книга основателя / Бланк С.М., Дорф Б., - 3-е изд. - М.:Альпина Пабли., 2016. - 616 с.: ISBN 978-5-9614-5027-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/924002>*

Дополнительная литература:

1. *Управление инновационными проектами: Учебное пособие / В.Л. Попов, Н.Д. Кремлев, В.С. Ковшов; Под ред. В.Л. Попова - М.: НИЦ ИНФРАМ, 2014. - 336 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-010105-7, <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=455400>*
3. *Управление высшим образованием и наукой: опыт, проблемы, перспективы: Моногр./ Р.М. Нижегородцев; Под общ. ред. Р.М. Нижегородцева, С.Д. Резника. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 400 с.: 60x90 1/16. - (Научная мысль). (n) ISBN 978-5-16-009913-2, <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=461877>*

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

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

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

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;

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

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

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

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

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

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

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Научное общение и презентация, презентация научных результатов»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель:

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

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

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В.Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

К.А. Гриценко

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 знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Научное общение, презентация научных результатов».

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

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>УК-1</i> <i>Способен к формированию и изменению собственных жизненно-образовательных маршрутов в профессиональных сообществах с учётом приоритетов собственной деятельности и национального развития</i>	<i>УК-1.8</i> <i>Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на публичных мероприятиях, включая международные, в том числе на иностранном(ых) языке(ах).</i> <i>УК-1.10</i> <i>Выстраивает профессиональное взаимодействие с учетом культурных особенностей представителей разных этносов, конфессий и социальных групп, а также приоритетов национального развития.</i>	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; : в краткие сроки находить необходимую научную информацию на русском и иностранном языках Владеть: опытом ведения исследовательской деятельности с использованием современных технологий; Представлять свои научные результаты на международных конференциях на иностранном языке
<i>ОПК-2</i> <i>Способен организовыва</i>	<i>ОПК-2.1</i> <i>Использует теоретические и экспериментальные</i>	Знать: как организовать, структурировать и написать научную публикацию в международных журналах, понять процесс

<i>ть и проводить теоретически и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением специализированных фундаментальных знаний и практических подходов из области физико-математических наук.</i>	<i>физические и математические методы для решения научно-исследовательских задач.</i> ОПК-2.2 <i>Прогнозирует использование знаний, методов, подходов из области физики и математики для решения междисциплинарных задач.</i>	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; : в краткие сроки находить необходимую научную информацию на русском и иностранном языках Владеть: опытом ведения исследовательской деятельности с использованием современных технологий; Представлять свои научные результаты на международных конференциях на иностранном языке

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Научное общение, презентация научных результатов» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

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

№	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. Стил: разные стили обучения</i>
5	<i>Что?</i>	<i>Повествование: рассказывание историй. Убеждение: этос, пафос и логотип. Объяснение: обучение чему-то новому.</i>
6	<i>КАК?</i>	<i>Канва: разработка концепций для канвы. Репетиция. Проверьте каждую деталь и подготовьте план Б. Не носители английского языка. Как справиться с нервами? Сила голоса. Следите за своей внешностью. День: хорошее начало и прекрасное окончание. Как</i>

		<i>обрабатывать вопросы. Подведите итоги и сделайте вывод.</i>
7	<i>Письменная коммуникация</i>	
8	<i>Онлайн коммуникация</i>	

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

Вступление

Почему?

Кто?

Кто?

Что?

КАК?

Письменная коммуникация

Онлайн коммуникация

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

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

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

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

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

Тема 5. Что? Повествование: рассказывание историй. Убеждение: этос, пафос и 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? Что? КАК? Письменная коммуникация Онлайн коммуникация.

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

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

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Вступление</i>	<i>ОПК-2.1 ОПК-2.2</i>	<i>Письменное задание, выступление</i>
<i>Почему?</i>	<i>ОПК-2.1 ОПК-2.2</i>	<i>Письменное задание, выступление</i>
<i>Кто?</i>	<i>ОПК-2.1 ОПК-2.2</i>	<i>Письменное задание, выступление</i>
<i>Кто?</i>	<i>ОПК-2.1 ОПК-2.2</i>	<i>Письменное задание, выступление</i>
<i>Что?</i>	<i>ОПК-2.1 ОПК-2.2</i>	<i>Письменное задание, выступление</i>
<i>КАК?</i>	<i>ОПК-2.1 ОПК-2.2</i>	<i>Письменное задание, выступление</i>
<i>Письменная коммуникация</i>	<i>ОПК-2.1 ОПК-2.2</i>	<i>Письменное задание, выступление</i>
<i>Онлайн коммуникация</i>	<i>ОПК-2.1 ОПК-2.2</i>	<i>Письменное задание, выступление</i>

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

- 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)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и	<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	хорошо		71-85

	инициативы	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

Лазарев, Д. Презентация: Лучше один раз увидеть! / Лазарев Д. - Москва :Альпина Пабли., 2016. - 126 с.: ISBN 978-5-9614-1445-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/916181>

Дополнительная литература

- 1) Куняев Н. Н. Документоведение : учеб. для вузов/ Н. Н. Куняев, Д. Н. Уралов, А. Г. Фабричных ; под ред. Н. Н. Куяева. -Москва: Логос, 2011 г=on-line, 348 с.
- 2) Электронный сетевой ресурс, УЧЛ - Учебное пособие, УЧЛ
- 3) 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.

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

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

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

Программное обеспечение обучения включает в себя:

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

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

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

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

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

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

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Дизайн эксперимента, математическая статистика и основы метрологии»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Шалагинова И.Г., старший преподаватель

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

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В.Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Дизайн эксперимента, математическая статистика и основы метрологии».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1.Наименование дисциплины: «Дизайн эксперимента, математическая статистика и основы метрологии».

Цель дисциплины формирование у магистров профессиональных качеств и теоретических, практических знаний об организации научно-исследовательской работы, этапах ее выполнения и о представлении результатов.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ОПК-1 Способен использовать знания из специализированных областей физики и математики для решения фундаментальных и прикладных задач профессиональной деятельности.</i>	<i>ОПК-1.1 Знает и использует физические и математические законы для решения фундаментальных и прикладных задач профессиональной деятельности.</i> <i>ОПК-1.2 Проводит быстрый поиск и подбор специализированной информации из области физики и математики, необходимой для решения фундаментальных и прикладных задач профессиональной деятельности.</i>	Знать: • принципы проведения физических и междисциплинарных исследований в области нейронаук и нейротехнологий; Уметь: • проектировать и проводить эксперименты; • использовать программы для предъявления стимульного материала, обработки и анализа полученных в ходе эксперимента данных • разработать дизайн эксперимента, сформировать протокол исследования, определять оптимальные
<i>ОПК-2. Способен организовывать и проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением специализированных фундаментальных знаний и практических подходов из области</i>	<i>ОПК-2.1 Использует теоретические и экспериментальные физические и математические методы для решения научно-исследовательских задач.</i> <i>ОПК-2.2 Прогнозирует использование знаний, методов, подходов из области физики и математики для решения междисциплинарных задач.</i>	

<i>физико-математических наук.</i>		методы исследования нервной системы; Владеть: • Современным программным обеспечением для конструирования экспериментов и анализа данных.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Дизайн эксперимента, математическая статистика и основы метрологии» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ И ПОНЯТИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	Место эксперимента в современной науке и технике. Этапы проведения экспериментов. Основные понятия и методы. Прямые и косвенные исследования. Аналогии процессов различной природы.
2	ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ	Физическое моделирование. Математическое моделирование. Оптические и фотографические методы. Методы теории подобия. Анализ размерностей. Модели явлений переноса энергии и вещества.
3	ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	Понятие погрешности эксперимента. Средние величины. Вероятностные методы при вычислении ошибок. Плотность и кривая распределения. Вероятная ошибка измерений. Доверительная оценка при равнозначных измерениях
4	МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	Использование уравнений баланса. Проверка ошибок экстраполяцией. Определение точности величин-функций. Математический анализ результатов эксперимента. Графический метод. Проверка статистических гипотез. Пуассоновское распределение. Дисперсионный анализ. Регрессионный анализ. Корреляционный анализ.
5	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА	Порядок проведения эксперимента. Однофакторный эксперимент. Многофакторный план. Факторный план. Методы статистического планирования экспериментов. Методы оптимизации статистических моделей. Эволюционное планирование.
6	ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ	Основные понятия и определения.

		Физические величины. Международная система единиц.
7	ОСНОВЫ ПРОВЕДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ	Классификация измерений. Методы измерений. Точность и погрешность измерений. Виды погрешностей.
8	МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ	Классификация средств измерений. Погрешности средств измерений. Классы точности средств измерений.

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

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

№ п/п	Темы лекционных занятий
1	ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ И ПОНЯТИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
2	ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ
3	ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
4	МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
5	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА
6	ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ
7	ОСНОВЫ ПРОВЕДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ
8	МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

№ п/п	Темы практических занятий
1	ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ И ПОНЯТИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
2	ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ
3	ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

4	МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
5	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА
6	ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ
7	ОСНОВЫ ПРОВЕДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ
8	МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

№ п/п	Тема лабораторной работы
1	Статистическая обработка результатов экспериментов с помощью различных критериев
2	Основы проведения метрологических измерений
3	Метрологические характеристики средств измерений

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы по всем темам. По результатам работы, студент составляет структурированные заметки в программе Obsidian и визуализирует связи между концепциями в виде графов, заметки выкладываются в общий доступ в систему ЛМС БФУ им. И. Канта.

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

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

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме

самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контроли- руемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ И ПОНЯТИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	ОПК-2	Опрос, проверка заметок в программе Obsidian

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контроли- руемой	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ	ОПК-2	Опрос, проверка заметок в программе Obsidian
ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	ОПК-2	Выполнение семинарского задания
МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	ОПК-2	Выполнение семинарского задания
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА	ОПК-2	Опрос, проверка заметок в программе Obsidian, отчет по лабораторной работе
ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ	ОПК-2	Выполнение семинарского задания
ОСНОВЫ ПРОВЕДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ	ОПК-2	Выполнение лабораторной работы, отчет по лабораторной работе
МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ	ОПК-2	Выполнение лабораторной работы, отчет по лабораторной работе

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

Задание 1.

Сравнить среднее двух независимых выборок методом Стьюдента по уровню значимости $\alpha=0,05$.

Выборка X: 12,4 13,3 13,1 12,0 11,9 11,3 15,0 16,4 12,5 12,0 12,4 12,4 12,4 11,9 14,3 15,2 8,5 9,8 10,7 10,4 10,6 13,9 14,2 13,1 13,5 16,1 16,6 14,7 14,4 14,9 14,4 15,3 12,8 13,2 12,6 13,1 12,9 12,6 13,4

Выборка Y: 14,3 14,3 15,3 14,5 17,6 17,9 17,8 11,3 11,0 11,2 16,6 15,9 11,1 11,7 16,1 11,6 12,1 11,9 17,5 16,4 12,3 17,8 13,5 14,1 12,6 14,8 14,4 13,6 11,6 13,4 12,4 15,4 9,6 10,0 14,5 16,8 10,2

Задание 2.

У хариуса озера Байкал были измерены длина головы (x) и длина грудного плавника (y):

x	66 61 67 73 51 59 48 47 58 44 41 54 52 41 47 51 45 55 51 63
y	38 31 36 43 29 33 28 25 36 26 21 30 28 26 27 28 26 43 35 33

Определите коэффициент корреляции между x и y. Постройте линейную регрессию.

Задание 3.

Как следует записать результаты измерения, полученные при использовании вольтметра с пределом измерения 300В с классом точности прибора 1.0? Значение, полученное при измерении данным вольтметром составляет 200 В.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. В чем суть планирования эксперимента
2. Различие научного и промышленного эксперимента
3. Основные виды задач, решаемых в планировании эксперимента
4. Понятие плана эксперимента, матрицы планирования, спектра плана
5. Этапы планирования эксперимента
6. Основные концепции современного подхода к организации эксперимента
7. Понятие фактора. Требования к факторам
8. Отклик системы, параметр оптимизации
9. Чем отличаются пассивные и активные эксперименты
10. Чем характеризуется объект исследования? Дайте определение факторному пространству.
11. Что образует план эксперимента?
12. Что называется спектром плана?
13. Что такое регрессионные полиномы и где они применяются;
14. Перечислите условия необходимые для определения коэффициентов регрессии;
15. Процедура определения локальной области факторного пространства
16. Что называется полным факторным экспериментом
17. Приемы построения матрицы планирования ПФЭ
18. Свойства матрицы планирования ПФЭ
19. Зачем в матрицу планирования вводят x_0 ?
20. Смешанные оценки в ПФЭ
21. Оценка эффектов взаимодействия в ПФЭ
22. Дробный факторный эксперимент и принцип насыщения
23. Опишите план нахождения построчной дисперсии выходной величины
24. Для чего нужно расчетное значение коэффициента Кохрена и как он находится;
25. Что такое критерий Стьюдента и где он используется;
26. Для чего оценивают, насколько отличаются средние значения y_i выходной величины, полученной в точках факторного пространства, и значения y_i , полученного из уравнения регрессии в тех же точках факторного пространства. Чем определяется F- критерий Фишера и как его применяют.
27. Чем обеспечивается ортогональность столбцов матрицы F численных значений базисных функций.
28. Физические величины. Система единиц физических величин. Международная система единиц (СИ). Эталоны единиц системы СИ. Внесистемные единицы, разрешенные к применению.
29. Понятие об измерении. Шкала наименований. Шкала порядка. Шкала интервалов. Абсолютная шкала.
30. Погрешности измерений. Формы записи погрешностей. Классификация погрешностей.
31. Систематические погрешности. Методы обнаружения систематических погрешностей. Методы исключения и компенсации систематических погрешностей.
32. Случайные погрешности и их вероятностное описание.
33. Классификация средств измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> 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. Павлов, С. В. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / С. В. Павлов. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2023. — 186 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-00679-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2000026>
2. Белько, И. В. Теория вероятностей, математическая статистика, математическое программирование : учебное пособие / И. В. Белько, И. М. Морозова, Е. А. Криштапович. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 299 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011748-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1862599>

Дополнительная литература

1. Методические рекомендации по подготовке выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации) для магистрантов [Электронный ресурс]: метод. рекомендации/ Балт. федер. ун-т им. И. Канта, Ин-т образования; [сост. А. О. Бударина [и др.]. - Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2018. - 45 с.. - Библиогр.: с. 25 (2 назв.). - Бессрочная лицензия. - Б.ц. Имеются экземпляры в отделах /There are copies in departments: ЭБС Кантиана
2. Димов, Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. для вузов [Текст] / Ю.В. Димов. – СПб.: Питер, 2007. – 432с.

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

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

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

Программное обеспечение обучения включает в себя:

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

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

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

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

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

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

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Машинное обучение и анализ больших данных»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Ершов Петр Александрович, PhD

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

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В. Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Машинное обучение и анализ больших данных».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1.Наименование дисциплины: «Машинное обучение и анализ больших данных».

Цель дисциплины

Решение широкого спектра задач по анализу данных и разработки систем обработки данных, включая обработку данных высокой размерности, выявление закономерностей и автоматическое построение моделей интерпретации данных.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен использовать знания из специализированных областей физики и математики для решения фундаментальных и прикладных задач профессиональной деятельности.	ОПК-1.1 Знает и использует физические и математические законы для решения фундаментальных и прикладных задач профессиональной деятельности. ОПК-1.2 Проводит быстрый поиск и подбор специализированной информации из области физики и математики, необходимой для решения фундаментальных и прикладных задач профессиональной деятельности.	Знать: Основы машинного обучения: обучение с учителем, обучение без учителя и обучение с подкреплением; ключевые алгоритмы: линейная регрессия, логистическая регрессия, деревья решений, метод опорных векторов, метод k-ближайших соседей, нейронные сети и архитектуры глубокого обучения; основы технологий больших данных: архитектуру и использование инфраструктур больших данных, таких как Hadoop, Spark; основы работы с СУБД - Системами Управления Баз Данных; основы работы с SQL и NoSQL. Уметь: Программировать хотя бы на одном языке программирования, обычно используемом в машинном обучении и работе с большими данными, такими как Python, R, Java; внедрять и настраивать алгоритмы машинного обучения и использовать такие библиотеки, как Scikit-learn, TensorFlow, Keras, PyTorch; собирать и обрабатывать данные разных форматов с различных источников;

		формулировать задачи машинного обучения и разрабатывать соответствующие решения; интерпретировать данные и находить неявные зависимости. Владеть: Языками программирования, обычно используемыми в машинном обучении и работе с большими данными, такими как Python, R, Java; библиотеками такими как Scikit-learn, TensorFlow, Keras, PyTorch; СУБД MySQL и MongoDB и подобными; математическим и статистическим аппаратом для анализа и интерпретации данных.
ОПК-2 Способен организовывать и проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением специализированных фундаментальных знаний и практических подходов из области физико-математических наук.	ОПК-2.1 Использует теоретические и экспериментальные физические и математические методы для решения научно-исследовательских задач. ОПК-2.2 Прогнозирует использование знаний, методов, подходов из области физики и математики для решения междисциплинарных задач.	Знать: Основы машинного обучения: обучение с учителем, обучение без учителя и обучение с подкреплением; ключевые алгоритмы: линейная регрессия, логистическая регрессия, деревья решений, метод опорных векторов, метод k-ближайших соседей, нейронные сети и архитектуры глубокого обучения; основы технологий больших данных: архитектуру и использование инфраструктур больших данных, таких как Hadoop, Spark; основы работы с СУБД - Системами Управления Баз Данных; основы работы с SQL и NoSQL. Уметь: Программировать хотя бы на одном языке программирования, обычно используемом в машинном обучении и работе с большими данными, такими

		как Python, R, Java; внедрять и настраивать алгоритмы машинного обучения и использовать такие библиотеки, как Scikit-learn, TensorFlow, Keras, PyTorch; собирать и обрабатывать данные разных форматов с различных источников; формулировать задачи машинного обучения и разрабатывать соответствующие решения; интерпретировать данные и находить неявные зависимости. Владеть: Языками программирования, обычно используемыми в машинном обучении и работе с большими данными, такими как Python, R, Java; библиотеками такими как Scikit-learn, TensorFlow, Keras, PyTorch; СУБД MySQL и MongoDB и подобными; математическим и статистическим аппаратом для анализа и интерпретации данных.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Машинное обучение и анализ больших данных» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Входные навыки и знания для работы по дисциплине «Машинное обучение и анализ больших данных»	Решение задач по программированию на языке Python на знание основных операций, создание и управление функциями, типами данных и их преобразованиями, импортирование внешних библиотек и функций. Основы статистического анализа: понятие статистического распределения, среднего и дисперсии.
2	Введение в машинное обучение и	Обзор успешного применения

	анализ больших данных	технологий машинного обучения и анализа больших данных в физике, Понятие термина «Большие данные». Отличие классического алгоритмического подхода от подхода на основе систем машинного обучения. Понятие датасета и сырых данных. Что такое и как работает «обученная модель».
3	Входной анализ данных и их визуализация	Формирования датасета на основе данных. Статистический анализ данных и «feature engineering». Поиск линейных корреляции, матрица корреляции. Понятия диаграмм, гистограмм, графиков и их эффективное использование.
4	Подготовка данных для исследования и машинного обучения	Векторное представление данных. Понятие shape массивов. Нормализация и стандартизация данных. Удаление статистических выбросов. Подбор обучающих признаков.
5	Решение задачи регрессии	Постановка задачи регрессии на классических датасетах - бостонская недвижимость в городе Бостон, датасет качества вина. Основные гиперпараметры обучения. Loss and precision metrics. Метрики обучения.
6	Решение задачи классификации	Постановка задачи классификаций на классических датасетах – MNIST -распознавание рукописных цифр, распознавание кошки или собаки на изображении.
7	Нейронная сеть для решения задачи классификации и регрессии	Устройство перцептрона. Прямое и обратное распространение. Функции активации и их назначения.
8	Фреймворки для построения систем машинного обучения	Фреймворки TensorFlow, PyTorch, и scikit-learn. Устройство, функционал и возможности.
9	Кластерный анализ	Задача и методы кластеризации – метод к-средних, PAM, CLARA,

		иерархическая кластеризация, DBSCAN, метод нечёткой кластеризации С-средних.
10	Посторонние систем анализа на основе понижения размерности данных	Задача и методы понижения размерности – PCA-анализ, t-SNE, SVD, LDA. Сравнение различных методов и их пригодности для различных типов данных и задач анализа. Демонстрация принципов работы на датасетах.

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: Входные навыки и знания для работы по дисциплине «Машинное обучение и анализ больших данных».

Тема 2: Введение в машинное обучение и анализ больших данных.

Тема 3: Входной анализ данных и их визуализация.

Тема 4: Подготовка данных для исследования и машинного обучения.

Тема 5: Решение задачи регрессии.

Тема 6: Решение задачи классификации.

Тема 7: Нейронная сеть для решения задачи классификации и регрессии.

Тема 8: Фреймворки для построения систем машинного обучения.

Тема 9: Кластерный анализ.

Тема 10: Построение систем анализа на основе понижения размерности данных.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1: Входные навыки и знания для работы по дисциплине «Машинное обучение и анализ больших данных».

Вопросы для обсуждения: Решение задач по программированию на языке Python на знание основных операций, создание и управление функциями, типами данных и их преобразованиями, импортирование внешних библиотек и функций. Основы статистического анализа: понятие статистического распределения, среднего и дисперсии.

Тема 2: Введение в машинное обучение и анализ больших данных.

Вопросы для обсуждения: Обзор успешного применения технологий машинного обучения и анализа больших данных в физике, Понятие термина «Большие данные». Отличие классического алгоритмического подхода от подхода на основе систем машинного обучения. Понятие датасета и сырых данных. Что такое и как работает «обученная модель».

Тема 3: Входной анализ данных и их визуализация.

Вопросы для обсуждения: Формирования датасета на основе данных. Статистический анализ данных и «feature engineering». Поиск линейных корреляции, матрица корреляции. Понятия диаграмм, гистограмм, графиков и их эффективное использование.

Тема 4: Подготовка данных для исследования и машинного обучения.

Вопросы для обсуждения: Векторное представление данных. Понятие shape массивов. Нормализация и стандартизация данных. Удаление статистических выбросов. Подбор обучающих признаков.

Тема 5: Решение задачи регрессии.

Вопросы для обсуждения: Постановка задачи регрессии на классических датасетах - бостонская недвижимость в городе Бостон, датасет качества вина. Основные гиперпараметры обучения. Loss and precision metrics. Метрики обучения.

Тема 6: Решение задачи классификации.

Вопросы для обсуждения: Постановка задачи классификаций на классических датасетах – MNIST -распознавание рукописных цифр, распознавание кошки или собаки на изображении.

Тема 7: Нейронная сеть для решения задачи классификации и регрессии.

Вопросы для обсуждения: Устройство перцептрона. Прямое и обратное распространение. Функции активации и их назначения.

Тема 8: Фреймворки для построения систем машинного обучения.

Вопросы для обсуждения: Фреймворки TensorFlow, PyTorch, и scikit-learn. Устройство, функционал и возможности.

Тема 9: Кластерный анализ.

Вопросы для обсуждения: Задача и методы кластеризации – метод к-средних, PAM, CLARA, иерархическая кластеризация, DBSCAN, метод нечёткой кластеризации C-средних.

Тема 10: Построение систем анализа на основе понижения размерности данных.

Вопросы для обсуждения: Задача и методы понижения размерности – PCA-анализ, t-SNE, SVD, LDA. Сравнение различных методов и их пригодности для различных типов данных и задач анализа. Демонстрация принципов работы на датасетах.

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторной работы
1	Входные навыки и знания для работы по дисциплине «Машинное обучение и анализ больших данных».	Написать функцию на Python для подсчета статистики повторения слов в тексте, построить гистограмму и записать результаты в файл .csv
2	Входной анализ данных и их визуализация.	Написать скрипт на Python для построения круговой диаграммы и статистических метрик для датасета
3	Подготовка данных для исследования и	Подготовьте данные для проекта машинного обучения, очистив,

	машинного обучения.	преобразовав и упорядочив их.
4	Решение задачи регрессии.	Подготовьте, проанализируйте и постройте регрессионную модель, чтобы прогнозировать среднюю стоимость домов, занимаемых владельцами, в пригородах Бостона.
5	Решение задачи классификации.	Подготовьте, проанализируйте и создайте классификационную модель, чтобы определить виды цветка ириса по их форме
6	Нейронная сеть для решения задачи классификации и регрессии.	Подготовьте, проанализируйте и создайте классификационную и регрессионную модель, чтобы распознать рукописную цифру из MNIST датасета.
7	Кластерный анализ.	Выполните кластерный анализ Iris датасета, чтобы идентифицировать кластеры и сравнить их с реальными видами цветов ириса.
8	Посторенние систем анализа на основе понижения размерности данных.	Выполните понижение размерности Iris датасета с помощью PCA и визуализируйте результаты.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Введение в машинное обучение и анализ больших данных. Входной анализ данных и их визуализация. Подготовка данных для исследования и машинного обучения. Решение задачи регрессии. Решение задачи классификации. Нейронная сеть для решения задачи классификации и регрессии. Фреймворки для построения систем машинного обучения. Кластерный анализ. Построение систем анализа на основе понижения размерности данных.

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Введение в машинное обучение и анализ больших данных. Входной анализ данных и их визуализация. Подготовка данных для исследования и машинного обучения. Решение задачи регрессии. Решение задачи классификации. Нейронная сеть для решения задачи классификации и регрессии. Фреймворки для построения систем машинного обучения. Кластерный анализ. Построение систем анализа на основе понижения размерности данных.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной

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

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

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Входные навыки и знания для работы по дисциплине «Машинное обучение и анализ больших данных».	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2	Опрос, контрольная работа
Входной анализ данных и их визуализация.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2	Опрос, контрольная работа
Подготовка данных для исследования и машинного обучения.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2	Опрос, контрольная работа
Решение задачи регрессии.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2	Опрос, контрольная работа
Решение задачи классификации.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2	Опрос, контрольная работа
Нейронная сеть для решения задачи классификации и регрессии.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2	Опрос, контрольная работа
Кластерный анализ.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2	Опрос, контрольная работа
Посторонние систем анализа на основе понижения размерности данных.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2	Опрос, 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:

По теме «Входные навыки и знания для работы по дисциплине «Машинное обучение и анализ больших данных»».

1. Написать функцию на Python для подсчета статистики повторения слов в тексте, построить гистограмму и записать результаты в файл .csv.
2. Написать функцию на Python для того, чтобы вычислить число Π с помощью генератора случайных чисел с точностью до второго знака.¹

По теме «Входной анализ данных и их визуализация».

1. Написать скрипт на Python для построения круговой диаграммы и статистических метрик для датасета.
2. Проанализируйте и визуализируйте распределение числового признака в датасете, чтобы понять его характеристики и потенциальные статистические выбросы.

По теме «Подготовка данных для исследования и машинного обучения».

1. Выявите недостающие данные в датасете, чтобы подготовить их для машинного обучения.
2. Закодируйте категориальные признаки датасета для их последующего использования в анализе и машинном обучении.

По теме «Решение задачи регрессии».

1. Создайте регрессионную модель для прогнозирования цен на жилье на основе таких показателей, как площадь в квадратных метрах, количество спален и ванных комнат, местоположение и т. д.
2. Создайте регрессионную модель для прогнозирования энергопотребления дома.

По теме «Решение задачи классификации».

1. Подготовьте, проанализируйте и создайте классификационную модель, чтобы определить виды цветка ириса по их форме.
2. Создайте модель классификации для того, чтобы является ли электронное письмо спамом или нет.

По теме «Нейронная сеть для решения задачи классификации и регрессии».

1. Подготовьте, проанализируйте и создайте классификационную и регрессионную модель, чтобы распознать рукописную цифру из MNIST датасета.
2. Создайте сверточную нейронную сеть (CNN) для классификации изображений по различным категориям (например, животные, объекты, сцены).

По теме «Кластерный анализ».

1. Выполните кластерный анализ Iris датасета, чтобы идентифицировать кластеры и сравнить их с реальными видами цветов ириса.
2. Примените кластерный анализ для сегментации различных областей изображения.

По теме «Построение систем анализа на основе понижения размерности данных».

1. Выполните понижение размерности Iris датасета с помощью PCA и визуализируйте результаты.

2. Выполните понижение размерности, такие как PCA или LDA (линейный дискриминантный анализ), чтобы уменьшить количество признаков в датасете перед обучением модели.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Основы статистического анализа: понятие статистического распределения, среднего и дисперсии.
2. Примеры успешного применения технологий машинного обучения и анализа больших данных в физике.
3. Что такое «Большие данные»?
4. Отличие классического алгоритмического подхода от подхода на основе систем машинного обучения.
5. Понятие датасета и сырых данных.
6. Что такое и как работает «обученная модель».
7. Статистический анализ данных и «feature engineering».
8. Поиск линейных корреляции, матрица корреляции.
9. Понятия диаграмм, гистограмм, графиков и их эффективное использование.
10. Векторное представление данных. Понятие «shape» массивов.
11. Нормализация и стандартизация данных. Удаление статистических выбросов. Подбор обучающих признаков.
12. Задача регрессии. Основные понятия и примеры работы.
13. Основные гиперпараметры модели обучения. Loss, precision и confusion matrix.
14. Задача классификаций. Основные понятия и примеры работы.
15. Устройство перцептрона. Прямое и обратное распространение.
16. Функции активации и их назначения.
17. Фреймворки TensorFlow, PyTorch, и scikit-learn. Устройство, функционал и возможности.
18. Задача и методы кластеризации. Метод к-средних.
19. Методы PAM и CLARA для кластеризации данных.
20. Методы иерархической кластеризации, DBSCAN, C-средних.
21. Задача и методы понижения размерности – PCA-анализ, t-SNE, SVD, LDA.

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	отлично	зачтено	86-100

		проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий			
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессионал ьной деятельности, нежели по образцу с большой степени самостоятельн ости и инициативы	<i>Включает</i> <i>нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетвори тельный (достаточно й)	Репродуктивн ая деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетвор ительно		55-70
Недостаточн ый	Отсутствие удовлетворительного уровня	признаков	неудовлетв орительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

1. Цифровая трансформация: IoT, AI, VR, Big Data / Digital Transformation: IoT, AI, VR, Big Data : сборник докладов XII международной студенческой научно-практической конференции / отв. за вып. М. А. Иванова. - Москва : Дело (РАНХиГС), 2019. - 256 с. - ISBN 978-5-85006-171-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1405779>
2. Андрейчиков, А. В. Andreichikov, A. V. ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE TECHNOLOGIES SYNTHESIS OF CREATIVE SOLUTIONS / Alexander V. Andreichikov,

Olga N. Andreichikova. - Moscow : Academus Publishing, 2018. - 208 с. - ISBN 978-1-4946-0010-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1071839>

Дополнительная литература

- 1) Farkaš I. et al. (ed.) Artificial Neural Networks and Machine Learning – ICANN 2021. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2021. – 617 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-86362-3>.
- 2) Holzinger A. et al. (ed.) Machine Learning and Knowledge Extraction. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2020. – 552 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-57321-8>.
- 3) Prabhu C.S.R. et al. (ed.). Big Data Analytics: Systems, Algorithms, Applications. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2021. – 412 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-15-0094-7>.
- 4) Peng Sh.-L. et al. (ed.) Intelligent Computing and Innovation on Data Science. – Singapore: Springer Nature, 2020. – 803 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-15-3284-9>.
- 5) Gopi E.S. et al. (ed.). Machine Learning, Deep Learning and Computational Intelligence for Wireless Communication: Proceedings of MDCWC 2020. – Singapore: Springer, 2021. – 643 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-16-0289-4>.
- 6) Aggarwal Ch.C. Linear Algebra and Optimization for Machine Learning: A Textbook. – Switzerland, Cham: Springer Nature, 2020. – 495 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-40344-7>.
- 7) Saxena A., Chandra Sh. (ed.) Artificial Intelligence and Machine Learning in Healthcare. – Singapore: Springer Nature, 2021. – 495 p. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-16-0811-7>.

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

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

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

Программное обеспечение обучения включает в себя:

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

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

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

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

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

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

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Метрология»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Ляхов Герман Геннадьевич, старший преподаватель БФУ им. И. Канта

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

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В.Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Метрология».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Метрология».

Цель дисциплины – изучение общих принципов организации метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации.

Задачами дисциплины являются изучение методов и технических средств, обеспечивающих измерение основных технических параметров и характеристик, изучения методов и средств обработки результатов измерений, изучения методов и средств тестирования

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ОПК-2</i> <i>Способен организовывать и проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением специализированных фундаментальных знаний и практических подходов из области физико-математических наук.</i>	<i>ОПК-2.1</i> <i>Использует теоретические и экспериментальные физические и математические методы для решения научно-исследовательских задач.</i> <i>ОПК-2.2</i> <i>Прогнозирует использование знаний, методов, подходов из области физики и математики для решения междисциплинарных задач.</i>	Знать: - принципы метрологического обеспечения, стандартизации и сертификации; - методы и способы проведения всех видов измерений параметров оборудования и сквозных каналов и трактов (настроечных, приёмосдаточных, эксплуатационных и аварийных). Уметь: - применять принципы метрологического обеспечения и способы инструментальных измерений, используемых в области инфокоммуникационных технологий и систем связи; Владеть: - основными приёмами технической эксплуатации
<i>ОПК-3</i>	<i>ОПК-3.1 Проводит анализ результатов научных</i>	Знать:

<i>Способен прогнозировать применимость результатов научной и профессиональной деятельности и использовать знания и методы из области физико-математических наук в различных задачах с учетом комплексного подхода.</i>	<i>исследований и профессиональной деятельности в области физики и математики.</i> <i>ОПК-3.2</i> Участствует в научно-исследовательских дискуссиях о передовых методах и технологиях в своей области. <i>ОПК-3.3</i> Описывает результаты научных исследований и профессиональной деятельности с использованием подходов из различных областей науки и сфер профессиональной деятельности.	- способы и приёмы наладки, настройки, регулировки и испытания оборудования, - тестирование, настройка и обслуживание аппаратно-программных средств; Уметь: - самостоятельно работать на компьютере и в компьютерных сетях, моделировать на компьютере устройства, системы и процессы с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ. Владеть: - основными приёмами разработки технической документации; - навыками технико-экономического обоснования новых проектов

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Метрология» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Метрология как наука об измерениях	Понятия и основные проблемы метрологии. Физические величины и их измерения. Шкалы измерений. Системы физических величин. Классификация измерений. Принципы, методы и методики измерений. Системы единиц физических величин. Средства измерений (СИ) и их свойства. Метрологические характеристики СИ. Нормирование погрешностей СИ. Класс точности СИ и его обозначение. Эталоны и их использование.
2	Тема 2. Теория погрешностей измерений	Понятие погрешности измерений. Модели объекта и погрешности измерений. Источники и классификация погрешностей измерений. Случайные и систематические погрешности. Методы обработки результатов прямых измерений. Однократные измерения. Определение результатов косвенных измерений и оценивание их погрешностей. Записи погрешностей и правила округления.
3	Тема 3 Методы и средства измерений физических величин	Измерение токов и напряжений. Аналоговые и цифровые вольтметры. Цифровые мультиметры. Измерительные генераторы. Генераторы различных диапазонов частот. Цифровые генераторы. Генераторы качающейся частоты и сигналов специальной формы. Генераторы шума. Исследование формы напряжения. Электронные осциллографы. Цифровые осциллографы. Скоростные и стробоскопические осциллографы

		Измерение частоты и интервалов времени. Резонансный метод. Гетеродинный метод. Измерение частоты методом заряда и разряда конденсатора. Цифровой метод измерения частоты и интервалов времени Измерение фазового сдвига Осциллографические методы. Компенсационный метод. Метод преобразования фазового сдвига во временной интервал. Цифровые методы измерения фазового сдвига Измерение электрической мощности Измерение мощности в диапазонах низких и высоких частот Ваттметры на интегральных аналоговых перемножителях. Измерение мощности СВЧ – колебаний. Цифровые ваттметры. Анализ спектра сигналов. Параллельный и последовательный анализ спектра. Цифровой анализ спектра. Быстрое преобразование Фурье. Цифровые анализаторы спектра. Анализаторы спектра на цифровых фильтрах. Измерение нелинейных искажений..
4	Тема 4 Стандартизация и техническое регулирование	Цели стандартизации. Принципы стандартизации. Организация работ по стандартизации. Документы в области стандартизации. Международная стандартизация. Классификация стандартов. Цели применения технических регламентов. Содержание и применение технических регламентов. Виды технических регламентов Порядок разработки и принятия технических регламентов. Государственный контроль и надзор за соблюдением технических регламентов.
5	Тема 5 Сертификация и подтверждение соответствия	Понятие подтверждения соответствия. Принципы подтверждения соответствия. Формы подтверждения соответствия. Добровольное подтверждение соответствия. Обязательное подтверждение соответствия. Сертификация систем обеспечения качества
6	Тема 6 Правовые основы обеспечения единства измерений	Необходимость правового регулирования метрологической деятельности. Основные положения Закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Государственный метрологический контроль и надзор. Калибровка СИ. Ответственность за нарушение законодательства по метрологии. Международные организации по метрологии. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ).

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лекций
1	Тема 1. Метрология как наука об измерениях	Понятия и основные проблемы метрологии. Физические величины и их измерения
2	Тема 2. Теория погрешностей измерений	Погрешности измерений. Модели объекта и погрешности измерений. Методы обработки результатов измерений и оценивание их погрешностей.
3	Тема 3 Методы и средства измерений физических величин	Измерение токов и напряжений. Измерительные генераторы.
4	Тема 3 Методы и средства измерений физических величин	Исследование формы напряжения. Осциллографы. Измерение частоты и интервалов времени.
5	Тема 3 Методы и средства измерений физических величин	Измерение фазового сдвига Измерение электрической мощности.
6	Тема 3 Методы и средства измерений физических величин	Анализ спектра сигналов. Параллельный и последовательный анализ спектра. Цифровой анализ спектра. Быстрое преобразование Фурье. Цифровые анализаторы спектра. Анализаторы спектра на цифровых фильтрах. Измерение нелинейных искажений.
7	Тема 4 Стандартизация и техническое регулирование	Стандартизация Технические регламент.
8	Тема 5 Сертификация и подтверждение соответствия	Подтверждение соответствия. Сертификация систем обеспечения качества.
9	Тема 6 Правовые основы обеспечения единства измерений	Правовое регулирование метрологической деятельности.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема
1	Тема 2. Теория погрешностей измерений	Прямые и косвенные однократные измерения

		Обработка и представление результатов однократных измерений при наличии систематической погрешности Стандартная обработка результатов прямых измерений с многократными наблюдениями
2	Тема 3 Методы и средства измерений физических величин	Измерение постоянного напряжения и тока
3	Тема 3 Методы и средства измерений физических величин	Измерение переменного напряжения
4	Тема 3 Методы и средства измерений физических величин	Изучение методов измерения вольт-амперных характеристик двухполюсников
5	Тема 3 Методы и средства измерений физических величин	Изучение методов измерения амплитудно-частотных характеристик 4-х полюсников
6	Тема 3 Методы и средства измерений физических величин	Изучение измерительных генераторов высоких частот
7	Тема 3 Методы и средства измерений физических величин	Измерение параметров периодического напряжения с помощью осциллографа

Требования к самостоятельной работе студентов

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

Тема 1. Метрология как наука об измерениях
Тема 2. Теория погрешностей измерений
Тема 3 Методы и средства измерений физических величин
Тема 4 Стандартизация и техническое регулирование
Тема 5 Сертификация и подтверждение соответствия
Тема 6 Правовые основы обеспечения единства измерений

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

Тема 1. Метрология как наука об измерениях
Тема 2. Теория погрешностей измерений
Тема 3 Методы и средства измерений физических величин
Тема 4 Стандартизация и техническое регулирование
Тема 5 Сертификация и подтверждение соответствия
Тема 6 Правовые основы обеспечения единства измерений

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

применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

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

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Метрология как наука об измерениях	ОПК-2, ОПК-3	Тестирование
Тема 2. Теория погрешностей измерений	ОПК-2, ОПК-3	Тестирование, выполнение практических работ
Тема 3 Методы и средства измерений физических величин	ОПК-2, ОПК-3	Тестирование, выполнение практических работ
Тема 4 Стандартизация и техническое регулирование	ОПК-2, ОПК-3	Тестирование
Тема 5 Сертификация и подтверждение соответствия	ОПК-2, ОПК-3	Тестирование
Тема 6 Правовые основы обеспечения единства измерений	ОПК-2, ОПК-3	Тестирование

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

Типовые тестовые задания:

По теме 1. Метрология как наука об измерениях

1. Качественной характеристикой физической величины является....

1. размерность
2. погрешность измерений
3. постоянство во времени
4. размер

2. Основной единицей системы SI не является ...

1. ампер
2. кельвин
3. кандела
4. вольт

3. Рабочий эталон применяется для ...

1. сличения эталона-копии
 2. сличения эталона сравнения
 3. передачи размера единицы величины рабочим средствам измерений
 4. сличение с государственных эталоном
4. Свойство, общее в качественном отношении для множества объектов, но индивидуальное в количественном отношении для каждого из них, называется
1. размером физической величины
 2. размерностью физической величины
 3. физической величиной
 4. фактором
5. По международной системе единиц физических величин сила измеряется
1. м/с
 2. кг/м·с²
 3. рад/с
 4. ньютон
6. Метрологическими характеристиками средств измерений называются характеристики их свойств,...
1. оказывающие влияние на объект измерения
 2. оказывающие влияние на результаты и точность измерений
 3. учитывающие условия выполнения измерений
 4. обеспечивающие метрологическую надежность
7. По уровню автоматизации различают средства измерения:
1. автоматические
 2. автоматизированные
 3. централизованные
 4. неавтоматические
 5. оптимизированные
 6. локальные
8. Утверждение, названное основным постулатом метрологии гласит:
1. каждый метод измерения имеет свою погрешность
 2. погрешность измерений имеет предел
 3. истинное значение измеряемой величины находится экспериментально
 4. отсчёт при измерении является случайным числом

9. Задачами метрологии являются

1. установление единиц физических величин
2. разработка методов оценки погрешности
3. оформление документации
4. обеспечение единства измерений и единообразия средств измерений

10. Совокупность основных и произвольных единиц физических величин, образованная в соответствии с принципами для заданной системы физических величин, называется системой...

1. единиц физических величин
2. обеспечения единства измерений
3. классификации
4. стандартизации

По теме 2. Теория погрешностей измерений

1. По условиям проведения измерений погрешности разделяются на ...

1. систематические и случайные
2. методические и инструментальные
3. основные и дополнительные
4. абсолютные и относительные

2. При выборе средства измерения температуры производственного помещения 20 ± 3 °C предел допускаемой погрешности измерения следует принять

1. 1,5 °C
2. 3,0 °C
3. 0,5 °C
4. 6,0 °C

3. Источником погрешности не является...

1. примененное средство измерений
2. примененный метод измерений
3. отклонение условий выполнения измерений от нормальных
4. возможное отклонение измеряемой величины

4. При суммировании составляющих погрешностей измерений принимается допущение, что все составляющие погрешности...

1. имеют нормальное распределение
2. рассматриваются как случайные величины

3. суммируются только систематические погрешности
 4. не коррелированы
5. Реальная погрешность измерения оценивается ...
1. погрешностью применяемого метода
 2. реальную погрешность до выполнения измерений оценить нельзя
 3. суммированием составляющих погрешностей возможных источников
 4. погрешностью средства измерения
6. В основе определения допускаемой погрешности измерения лежит принцип:
1. пренебрежимо малые влияния погрешности измерения на результат измерения.
 2. случайности значения отсчёта.
 3. погрешности СИ значительно больше других составляющих.
 4. реальная погрешность измерений всегда имеет предел
7. При измерении физической величины прибором погрешность, возникающая при отклонении температуры среды от нормальной следует назвать как ...
1. Относительную
 2. Инструментальную
 3. Субъективную
 4. Методическую
8. Погрешность измерения размера тонкостенной детали под действием измерительной силы при его контроле является...
1. дополнительной
 2. инструментальной
 3. методической
 4. грубой
9. Правильность измерений характеризуется...
1. близостью к нулю случайных погрешностей
 2. отсутствием грубых погрешностей
 3. близостью к нулю систематических погрешностей
 4. отсутствием субъективных погрешностей
10. Вольтметр с пределами измерений 0..250В класса точности 0,2 показывает 200В. Предел допустимой абсолютной погрешности измерения вольтметра равен
1. 0,2 В
 2. 0,5 В

3. 0,4 В

4. 0,3 В

По теме 3. Методы и средства измерений физических величин

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

1. микрометра

2. манометра

3. профилометра

4. штангенциркуля

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

1. фазометрах

2. штангенинструментах

3. микрометрах

4. амперметрах

3. По способу формирования выходного сигнала измерительные преобразователи могут быть...

1. параметрические

2. синусоидальные

3. дисперсионные

4. генераторные

4. Если коэффициент развертки осциллографа равен 5 $\mu\text{с}$, то частота сигнала равна...

1. 200 кГц

2. 5 кГц

3. 50 кГц

4. 100 кГц

5. Если коэффициент отклонения 0,2 В/С амплитуда сигнала равна...

1. 0,8 В

2. 1 В

3. 0,4 В

4. 0,2 В

6. Для измерения температуры до 2500°C следует применить...

1. фотоэлектрический цветовой пирометр

2. кварцевый термометр

3. термоэлектрический термометр

4. термометр сопротивления
7. На структурной схеме цифрового частотомера отсутствующий блок представляет...
 1. формирователь импульсов
 2. фильтр
 3. детектор
 4. кварцевый резонатор
8. На структурной схеме цифрового частотомера отсутствующий блок представляет...
 1. ЦАП
 2. цифровой индикатор
 3. усилитель
 4. детектор
9. Измерительная система автоматического контроля выполняет функции...
 1. контроля технологических процессов
 2. определения работоспособности элемента и локализации неисправности
 3. определения принадлежности объекта к одной из известных групп объектов
 4. получение максимального количества достоверной измерительной информации об объекте
10. Использование автоматизированной системы контроля и управления сбором данных для выявления неисправностей называется...
 1. автоматической блокировкой
 2. автоматическим регулированием
 3. технической диагностикой
 4. предельной защитой

По теме 4. Стандартизация и техническое регулирование

1. Стандартизация, участие в которой открыто для национальных органов по стандартизации стран только одного географического, политического или экономического региона – это ...
 1. государственная стандартизация
 2. национальная стандартизация
 3. региональная стандартизация
 4. международная стандартизация

2. Документ, устанавливающий технические требования, которым должна удовлетворять продукция или услуга, а также процедуры, с помощью которых можно установить, соблюдены ли данные требования – это ...

1. рекомендации по стандартизации
2. национальный стандарт
3. сертификат
4. технические условия

3. Основные требования к организации производства и оборота продукции на рынке, к методам выполнения различного рода работ, а также методам контроля этих требований в технологических процессах устанавливают

1. стандарты на продукцию
2. стандарты на процессы и работы
3. стандарты на термины и определения
4. основополагающие стандарты

4. Одним из основных принципов стандартизации, установленных ГОСТ Р 1.0-2004 является

1. обязательность применения стандартов во всех сферах
2. добровольность применения стандартов
3. закрытость информации по стандартам
4. необязательность достижения консенсуса всех заинтересованных сторон при разработке стандарта

5. Стандарты серии ИСО 9000 разработала...

1. международная организация по стандартизации
2. международная электротехническая комиссия
3. международная организация мер и весов
4. европейский комитет по стандартизации

6. Технический регламент (в соответствии с ФЗ «О техническом регулировании») представляет собой...

1. деятельность по установлению правил и характеристик в сферах производства и обращения продукции
2. документ, который устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования
3. определенный порядок документального удостоверения соответствия продукции

4. документ, в котором устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства
7. Правовые основы подтверждения соответствия продукции (или иных объектов) требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров установлены...
 1. ФЗ «О техническом регулировании»
 2. ФЗ «О защите прав потребителей»
 3. ФЗ «О сертификации продукции и услуг»
 4. ФЗ «О стандартизации»
8. Сфера применения ФЗ «О техническом регулировании» распространяется...
 1. на положения о бухучете
 2. на правила аудиторской деятельности
 3. на единую сеть связи РФ
 4. на государственные образовательные стандарты
 5. на стандарты эмиссии ценных бумаг
 6. на требования к продукции
 7. на требования к процессам производства продукции
 8. на требования к выполнению работ и оказанию услуг
9. Требования технических регламентов (в соответствии с ФЗ «О техническом регулировании») обеспечивают...
 1. биологическую и химическую безопасность
 2. взрывобезопасность, пожарную безопасность
 3. единство измерений
 4. юридическая безопасность
 5. безопасность излучений
10. В соответствии с ФЗ «О техническом регулировании» правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных и добровольных требований к продукции, услугам и процессам, а также правовое регулирование отношений в области оценки соответствия называется...
 1. техническим регламентированием
 2. техническим управлением
 3. стандартизацией
 4. техническим регулированием

По теме 5. Сертификация и подтверждение соответствия

1. Документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов
 1. сертификат соответствия
 2. знак соответствия
 3. аттестат
 4. свидетельство о соответствии
2. Законодательные основы сертификации в Российской Федерации определены Федеральным законом...
 1. «О техническом регулировании»
 2. «О сертификации продукции и услуг»
 3. «О стандартизации»
 4. «Об обеспечении единства измерений»
3. Срок действия сертификата соответствия согласно Федеральному закону «О техническом регулировании» устанавливается...
 1. органом по сертификации
 2. соответствующим техническим регламентом
 3. заявителем
 4. аккредитованной испытательной лабораторией (центром)
4. Обязательное подтверждение соответствия может быть в форме...
 1. декларирования соответствия
 2. лицензирования
 3. обязательной сертификации
 4. добровольной сертификации
5. Обязательной сертификации подлежат услуги...
 1. оптовой торговли
 2. технического обслуживания и ремонта транспортных средств
 3. общественного питания
 4. образования
6. Подтверждение соответствия на территории РФ может носить характер ...
 1. добровольный или обязательный
 2. только в форме принятия декларации о соответствии
 3. только добровольный
 4. только обязательный

7. Совокупность правил выполнения работ по сертификации, её участников, и условий функционирования в целом называется...

1. схемой сертификации
2. советом по сертификации
3. органом по сертификации
4. системой сертификации

8. Этапы процесса аккредитации испытательной лаборатории предусматривают ...

1. инспекционный контроль
2. подачу заявки
3. повторную аккредитацию
4. проведение экспертизы

9. Обязательной сертификации подлежат:

1. продукция
2. персонал
3. системы качества
4. услуги

10. Сертификация — это форма подтверждения соответствия требованиям:

1. технических регламентов
2. национальных стандартов
3. экономических законов
4. положениям международных стандартов

По теме 6. Правовые основы обеспечения единства измерений

1. Единство измерений — это...

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

2. Метрологическая служба — это...

1. совокупность субъектов деятельности и видов работ, направленных на обеспечение единства измерений

2. постоянное слежение, надзор, а также измерение или испытание через определенные интервалы времени
3. деятельность метрологической службы, направленная на достижение и поддержание единства измерений
4. технический комплекс, позволяющий осуществлять измерения

3. Процесс измерения представляет собой...

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

4. Средства измерений представляют собой...

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

5. Центр стандартизации и метрологии (ЦСМ) осуществляет государственный контроль и надзор

1. на определенном предприятии
2. на всей территории РФ
3. на всех предприятиях одной отрасли
4. на определенной закрепленной за ним части территории РФ

6. Состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные пределы с заданной вероятностью называются ...

1. утверждением типа средств измерений

2. единством измерений
 3. системой калибровки средств измерений
 4. метрологическим контролем и надзором
7. Государственному метрологическому надзору не подлежит ...
1. рабочие эталоны, используемые для калибровки средств измерений
 2. рабочие эталоны, используемые для поверки средств измерений
 3. соблюдение метрологических правил и норм
 4. количество товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций
8. Общим в процедуре калибровки и поверки является ...
1. добровольность проведения процедур
 2. определение действительных метрологических характеристик средств измерений
 3. возможность установления соответствия не по всем требованиям к средству измерений
 4. обязательность проведения процедур
9. Научной основой обеспечения единства измерений является:
1. систематизация
 2. метрология
 3. стандартизированные методики выполнения измерений
 4. теоретическая база стандартизации
10. Решение об утверждении типа средств измерений принимается ...
1. правительством РФ
 2. главным метрологом предприятия
 3. федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии
 4. министерством промышленности и энергетики РФ

Типовые задания практических работ:

Работа №1. Прямые и косвенные однократные измерения

1. Цель работы

Приобретение навыков планирования и выполнения прямых и косвенных однократных измерений. Получение опыта по выбору средств измерений, обеспечивающих решение поставленной измерительной задачи. Изучение способов обработки и правильного представления результатов прямых и косвенных однократных измерений.

2. Сведения, необходимые для выполнения работы

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться со следующими вопросами:

- основные понятия метрологии;
- классификация и характеристики измерений;
- классификация и характеристики средств измерений;
- способы получения и представления результатов однократных измерений;
- принцип действия, устройство и характеристики средств измерений, используемых при выполнении настоящей работы.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Метрология как наука об измерениях, разделы и задачи метрологии. Единство измерений. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ).
2. Физические величины и их измерения. Определения основных понятий.
3. Классификация измерений. Виды измерений.
4. Принципы, методы и методики измерений.
5. Системы единиц физических величин. Основные определения. Система СИ.
6. Средства измерений и их свойства. Виды средств измерений и их классификация.
7. Метрологические характеристики СИ. Погрешности измерений и их классификация.
8. Эталоны и их использование. Классификация эталонов. Поверка и калибровка средств измерений.
9. Методы обработки результатов прямых и косвенных измерений.
10. Измерение токов и напряжений. Измеряемые параметры напряжения. Аналоговые вольтметры.
11. Цифровые вольтметры. Структурная схема цифрового вольтметра.
12. Кодимпульсные цифровые вольтметры. Структурная схема и диаграммы работы.
13. Вольтметры с импульсным преобразованием. Структурная схема и диаграммы работы.
14. Импульсные вольтметры с двойным интегрированием. Структурная схема и диаграммы работы.
15. Цифровые мультиметры. Структурная схема цифрового мультиметра с микропроцессором.
16. Измерительные генераторы сигналов. Структурная измерительная схема генератора сигналов. LC – генераторы. RC - генераторы. Измерительный генератор на биепиях.
17. Генераторы стандартных сигналов. Генераторы сверхвысоких частот.
18. Цифровой генератор низких частот. Принципы аппроксимации сигналов.
19. Импульсный генератор. Структурная схема и временные диаграммы.
20. Исследование формы напряжения. Структурная схема электронного осциллографа.
21. Электронно-лучевая трубка. Основные характеристики и схема управления лучом ЭЛТ. Схема управления лучом ЭЛТ. Матричная индикаторная панель.
22. Структурная схема запоминающего цифрового осциллографа. Запоминающая ЭЛТ.
23. Принцип работы преобразователя стробоскопического осциллографа. Схема и временные диаграммы.
24. Структурная схема цифрового осциллографа.
25. Структурная схема резонансного и гетеродинного частотомеров. Структурная схема дискретного гетеродинного преобразователя.
26. Измерение частоты методом заряда и разряда конденсатора. Принцип действия конденсаторного частотомера.

27. Цифровой (дискретного счета) метод измерения частоты. Цифровой частотомер: структурная схема и временные диаграммы.
28. Цифровой метод измерения интервалов времени. Цифровой частотомер в режиме измерения периода.
29. Структурная схема измерителя временных интервалов с микропроцессором.
30. Измерение электрической мощности. Ваттметры электродинамической системы. Ваттметры на интегральных аналоговых перемножителях.
31. Способы измерения мощности СВЧ - колебаний ваттметром: поглощающей мощности, проходящей мощности.
32. Методы измерений малых мощностей СВЧ – колебаний. Схема неуравновешенного моста. Схема уравновешенного моста с терморезистором.
33. Калориметрический метод измерения мощности. Схемы с поглощающей нагрузкой и проходящей мощности.
34. Структурная схема цифрового ваттметра.
35. Анализ спектра сигналов. Параллельный анализ спектра. Структурная схема и временные диаграммы анализатора.
36. Структурная схема и временные диаграммы анализатора спектра последовательного типа.
37. Представление аналогового сигнала дискретным преобразованием Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Структурная схема анализатора с реализацией БПФ.
38. Структурная схема современного цифрового анализатора.
39. Стандартизация. Цели и принципы стандартизации.
40. Организация работ по стандартизации. Документы в области стандартизации.
41. Международная стандартизация. Классификация стандартов.
42. Технические регламенты. Объекты и цели применения технических регламентов.
43. Содержание и применение технических регламентов.
44. Виды технических регламентов. Порядок разработки и принятия технических регламентов.
45. Государственный контроль и надзор за соблюдением технических регламентов.
46. Понятие и цели подтверждения соответствия.
47. Принципы подтверждения соответствия.
48. Формы подтверждения соответствия.
49. Добровольное подтверждение соответствия.
50. Обязательное подтверждение соответствия.
51. Основные положения Закона РФ «О техническом регулировании».
52. Основные положения Закона РФ «Об обеспечении единства измерений».

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

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

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

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

Основная литература

1. Эрастов В. Е. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие / В. Е. Эрастов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: ИНФРА-М, 2022. - 1 on-line, 196 с. - (Высшее образование - бакалавриат). - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1834663>

Дополнительная литература

1. Кузьмин А. В. Метрология, стандартизация и сертификация с основами управления качества: учебное пособие / А. В. Кузьмин, С. Н. Шуханов, В. Д. Коваливнич; Иркут. гос. аграр. ун-т им. А. А. Ежевского. - Иркутск: Иркутский ГАУ, 2018. - 1 on-line, 388 с
2. Схиртладзе А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. для вузов / А. Г. Схиртладзе, Я. М. Радкевич. - Старый Оскол: ТНТ, 2015. - 539 с. - Библиогр.: с. 777-780. - ISBN 978-5-94178-208-6
3. Герасимова Е. Б. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие для вузов / Е. Б. Герасимова, Б. И. Герасимов. - Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014. - 223 с. - (Профессиональное образование). - Библиогр.: с. 218-220 (38 назв.). - ISBN 978-5-91134-203-6. - ISBN 978-5-16-009000-9
4. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие для вузов / под ред. А. С. Сигова. - 3-е изд. - Москва: Форум, 2014. - 328 с. - (Профессиональное образование). - Библиогр.: с. 323-326 (67 назв.). - ISBN 978-5-91134-294-1
5. Мочалов В. Д. Метрология, стандартизация и сертификация. Взаимозаменяемость и технические измерения: учеб. пособие для вузов / В. Д. Мочалов, А. А. Погонин, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: ТНТ, 2014. - 263 с. : табл. - Вариант загл.: Взаимозаменяемость и технические измерения. - Библиогр.: с. 263 (11 назв.). - ISBN 978-5-94178-289-5
6. Сергеев А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - 2-е изд., перераб. и доп., 2013. - 838, [1] с.: ил., табл. - (Бакалавр. Углубленный курс). - Библиогр.: с. 832-838 (100 назв.). - ISBN 978-5-9916-1954-7. - ISBN 978-5-9692-1356-2
7. Димов Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. для вузов / Ю. В. Димов. - [4-е изд.]. - Москва [и др.]: Питер, 2013. - 496 с.: ил. - (Учебник для вузов) (Стандарт третьего поколения). - Библиогр.: с. 494-496 (50 назв.). - ISBN 978-5-496-00033-8
8. Радкевич Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. для бакалавров вузов / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. - 2012. - 813 с.: ил., табл. - (Бакалавр). - ISBN 978-5-9916-1561-7

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

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

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

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

Программное обеспечение обучения включает в себя:

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

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

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

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

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

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

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Избранные главы физики твердого тела»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: «Физика»

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

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 ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

А.В.Юров

К.А. Гриценко

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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 знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности процессе текущего контроля
- 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
- 8.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
11. 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 компетенции	Результаты освоения ООП, содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1 Способен разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.	ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.	З1: Знание методов анализа и контроля функциональных материалов и систем; У1: Умение проводить исследования и разработки в области физики и технологии функциональных материалов; В1: Владение опытом использования методов синтеза, анализа и контроля функциональных материалов, и проведения исследований и разработок в области функциональных материалов.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Введение. Основные термины и определения предмета «Функциональные материалы»</i>	<i>Определение термина «функциональные материалы». Ключевые понятия термина «функциональные материалы». Классификации функциональных материалов по принципу их применения. Свойства материалов. Воздействия и реакции. Электрические, магнитные, тепловые и упругие свойства. 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</i>

		диэлектриков. Неполярные, полярные, ионные диэлектрики. Сегнетоэлектрики. Свойства сегнетоэлектриков. Макроскопические механизмы сегнетоэлектрического эффекта. Титанат баррия. Спонтанная поляризация. Применение диэлектриков: конденсаторы, оптические преобразователи. Применение сегнетоэлектрических материалов. Вариконды, элементы памяти.
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.
4	Тепловые и упругие свойства материалов. Применение	Тепловые свойства материалов. Теплопроводность. Температуропроводность. Теплоёмкость. Основное уравнение теплопроводности. Уравнение теплопроводности в интегральном и дифференциальном виде. Примеры граничных условий для решения уравнений теплопроводности. Упругие свойства материалов. Деформации. Тензор напряжений. Связь между деформациями и напряжениями. Закон Гука. Сегнетоэластики. Микроскопическая природа сегнетоэластического эффекта. Общие закономерности электрического, магнитного и упругого упорядочения твёрдых тел. Применение сегнетоэластиков.
5	Магнитоэлектрические эффекты в твердотельных материалах. Применение магнитоэлектрических эффектов	Магнитоэлектрический эффект. Основные количественные соотношения и микроскопический механизм явления. Симметрия кристаллов и магнитоэлектрический эффект. Микроскопические механизмы явления. Сегнетомагнитный эффект. Понятие о мультиферроиках. Сегнетомагнетики первого и второго рода. Применение магнитоэлектрического эффекта. Применение сегнетомагнетиков. Эффект Холла.
6	Магнитоупругие явления. Применение магнитоупругих явлений.	Явление магнитострикции. Магнитострикция парaproцесса. Спонтанная магнитострикция. Микроскопические механизмы магнитострикции. Дипольная магнитострикция. Обменная

		магнитоупругий эффект. Одноионная магнитоупругий эффект. Описание спонтанной магнитоупругий эффект. Фазовые переходы первого и второго рода. Магнитоупругий эффект в области технического
7	Электромагнитные явления. Применение электромагнитных явлений	Электромагнитные явления. Эффект электромагнитной индукции. Упругие напряжения в эффекте электромагнитной индукции. Прямой и обратный пьезоэлектрические эффекты. Микроскопические механизмы пьезоэффекта. Тензорезистивный эффект (пьезорезистивный эффект). Применение пьезоэлектрических материалов. Электрические фильтры, генераторы электрических сигналов. Кварцевый генератор. Пьезоэлектрические сенсоры и датчики. Пьезоэлектрические актюаторы. Пьезотрансформаторы.
8	Термоэлектрические явления. Применение термоэлектрических явлений.	Эффект Зеебека. Эффект Пельтье. Механизмы эффекта Зеебека. Основные количественные характеристики эффекта Зеебека. Эффект Зеебека в металлах, диэлектриках и полупроводниках. Эффект Зеебека и тип проводимости материала. Применение эффекта Зеебека: источники питания. Основные характеристики источников питания на эффекте Зеебека. Термоэлектрическая добротность. Пути повышения термоэлектрической добротности. Измерение коэффициента Зеебека.
9	Магнитокалорические явления. Применение магнитокалорических явлений.	Термомагнитные явления. Магнитокалорический эффект. Механизмы магнитокалорического эффекта. Основные энергетические соотношения. Применение магнитокалорического эффекта. Магнитное охлаждение. Цикл Карно и цикл Стирлинга. Пиромагнитный эффект.
10	Эластокалорические и мультикалорические эффекты	Температурные напряжения. Термоупругий эффект. Эластокалорический эффект. Основные различия эластокалорического и термоупругого эффектов. Эластокалорический эффект на основе фазовых превращений мартенсит/аустенит. Эластокалорический эффект на основе магнитоупругий эффект. Фазовый переход. Эластокалорический эффект на основе сегнетоупругий эффект. Концепция мультикалорического эффекта.

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

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

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

Тема 2: Электрические свойства материалов. Применение электрических свойств.

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

Тема 3: Магнитные свойства материалов. Применение магнитных свойств.

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

Тема 4: Тепловые и упругие свойства материалов. Применение.

Тепловые свойства материалов. Теплопроводность. Температуропроводность. Теплоёмкость. Основное уравнение теплопроводности. Уравнение теплопроводности в

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

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

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

Тема 6: Магнитоупругие явления. Применение магнитоупругих явлений.

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

Тема 7: Электромеханические явления. Применение электромеханических явлений.

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

Тема 8: Термоэлектрические явления. Применение термоэлектрических явлений.

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

Тема 9: 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 учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>1. Введение. Основные термины и определения предмета «Функциональные материалы»</i>	<i>ПК-1</i>	<i>самостоятельная работа</i>
<i>2. Электрические свойства материалов. Применение электрических свойств</i>	<i>ПК-1</i>	<i>самостоятельная работа</i>
<i>3. Магнитные свойства материалов. Применение магнитных свойств</i>	<i>ПК-1</i>	<i>самостоятельная работа</i>
<i>4. Тепловые и упругие свойства материалов. Применение</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>5. Магнитоэлектрические эффекты в твердотельных материалах. Применение магнитоэлектрических</i>	<i>ПК-1</i>	<i>самостоятельная работа</i>

<i>эффектов.</i>		
<i>6. Магнитоупругие явления. Применение магнитоупругих явлений</i>	<i>ПК-1</i>	<i>контрольная работа</i>
<i>7. Электромеханические явления. Применение электромеханических явлений.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>самостоятельная работа</i>
<i>8.Термоэлектрические явления. Применение термоэлектрических явлений.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>контрольная работа</i>

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

Типовые задания практических контрольных работ и проектов:

Вариант теста	Вопрос	Варианты ответов	Прав. ответ	Сложность
SingleSelection	Природа магнитоэлектрического эффекта заключается	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	Ферромагнетик, проводник Ферромагнетик, диэлектрик Антиферромагнетик, без центра инверсии Диэлектрик, кубический кристалл; Антиферромагнетик, диэлектрик, .	1	1
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; Закон сохранения энергии в замкнутой системе; Закон сохранения энтропии в замкнутой системе; Закон сохранения энтропии; Закон сохранения вещества.	3	1

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 бария. 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 твердых тел. Магнитные материалы во внешнем магнитном поле. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Природа диамагнетизма. Природа парамагнетизма.
- 6) Природа ферромагнетизма, спонтанная намагниченность. Точка Кюри. Применение ферромагнетиков. Спинтроника. Антиферромагнетики и ферримагнетики.
- 7) Тепловые свойства материалов. Теплопроводность. Температуропроводность. Теплоёмкость. Основное уравнение теплопроводности. Уравнение теплопроводности в интегральном и дифференциальном виде. Примеры граничных условий для решения уравнений теплопроводности. Упругие свойства материалов.
- 8) Деформации. Тензор напряжений. Связь между деформациями и напряжениями. Закон Гука. Сегнетоэластики. Микроскопическая природа сегнетоэластического эффекта. Общие закономерности электрического, магнитного и упругого упорядочения твёрдых тел. Применение сегнетоэластиков.
- 9) Магнитоэлектрический эффект. Основные количественные соотношения и микроскопический механизм явления. Симметрия кристаллов и магнитоэлектрический эффект. Микроскопические механизмы явления.
- 10) Сегнетомагнитный эффект. Понятие о мультиферроиках. Сегнетомагнетики первого и второго рода. Применение магнитоэлектрического эффекта. Применение сегнетомагнетиков.
- 11) Явление магнитострикции. Магнитострикция парапроцесса. Спонтанная магнитострикция. Микроскопические механизмы магнитострикции. Дипольная магнитострикция. Обменная магнитострикция. Одноионная магнитострикция. Описание спонтанной магнитострикции. Фазовые переходы первого и второго рода.
- 12) Магнитоупругий эффект. Магнитоупругий эффект в области технического намагничивания. Магнитоупругий эффект парапроцесса. Механострикция. Аномалия модуля упругости, обусловленная механострикцией парапроцесса. Пьезомагнетизм.
- 13) Применение магнитострикционных явлений. Источники звука. Фильтры, линии задержки. Датчики и механизмы перемещений.
- 14) Электромеханические явления. Эффект электрострикции. Упругие напряжения в эффекте электрострикции. Прямой и обратный пьезоэлектрические эффекты. Микроскопические механизмы пьезоэффекта. Тензорезистивный эффект (пьезорезистивный эффект).
- 15) Применение пьезоэлектрических материалов. Электрические фильтры, генераторы электрических сигналов. Кварцевый генератор. Пьезоэлектрические сенсоры и датчики. Пьезоэлектрические актюаторы. Пьезотрансформаторы.
- 16) Эффект Зеебека. Эффект Пельтье. Механизмы эффекта Зеебека. Основные количественные характеристики эффекта Зеебека. Эффект Зеебека в металлах, диэлектриках и полупроводниках. Эффект Зеебека и тип проводимости материала.
- 17) Применение эффекта Зеебека: источники питания. Основные характеристики источников питания на эффекте Зеебека. Термоэлектрическая добротность. Пути повышения термоэлектрической добротности. Измерение коэффициента Зеебека.
- 18) Термомагнитные явления. Магнитокалорический эффект. Механизмы магнитокалорического эффекта. Основные энергетические соотношения. Применение

магнитокалорического эффекта. Магнитное охлаждение. Цикл Карно и цикл Стирлинга. Пиромагнитный эффект.

- 19) Температурные напряжения. Термоупругий эффект. Эластокалорический эффект. Основные различия эластокалорического и термоупругого эффектов.

Эластокалорический эффект на основе фазовых превращений мартенсит/аустенит.

- 20) Эластокалорический эффект на основе магнитострикционного фазового перехода.

Эластокалорический эффект на основе сегнетоэластических материалов. Концепция мультикалорического эффекта.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

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

		материала			
Недостаточный	Отсутствие	признаков	неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55
	удовлетворительного уровня				

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

Основная литература:

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

Дополнительная литература:

- 1) Шаскольская М.П. Кристаллография // М. Высш.шк. 1984. - 376 С. [более 5 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].
- 2) Статьи об определении термина «Функциональные материалы» [<http://old.fnm.msu.ru/documents/16/1intro.pdf>; 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/ftt/Part8/part8_6.htm ; <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=38442> ; <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/690589>]
- 5) Revival of the magnetoelectric effect / M. Fiebig // J. Phys D. Appl. Phys. - 2005. - V.38. - P.R123-R152. – Возрождение магнитоэлектрического эффекта [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0022-3727/38/8/R01/meta>].
- 6) Магнетизм / С.В. Вонсовский // М. Наука. - 1971. - 1032 С. [2 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].
- 7) Основы спинтроники / Ю.А. Данилов, Е.С. Демидов, А.А. Ежевский // Н. Новгород, изд. ННГУ. - 2009. - 173 С. (электронное издание, http://www.unn.ru/books/met_files/spintronik.pdf)
- 8) Trend: Classifying multiferroics: Mechanisms and effects / D. Lhomskii // Physics. 2009. V.2. P.20. [статья находится в открытом доступе с серверов ННГУ по электронному адресу <https://physics.aps.org/articles/pdf/10.1103/Physics.2.20>].
- 9) Особенности магнитных, магнитоэлектрических и магнитоупругих свойств ферробората самария $\text{SmFe}_3(\text{BO}_3)_4$ / Ю.Ф. Попов, А.П. Пятаков, А.М. Кадомцева, Г.П. 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 Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

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

Программное обеспечение обучения включает в себя:

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

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

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

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

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

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

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физическая химия наночастиц»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: 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 Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В.Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и инженерии

К.А. Гриценко

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 знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Физическая химия наночастиц».

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

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-1</i> <i>Способен разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач.</i> <i>ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии.</i> <i>ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	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.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физическая химия наночастиц» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным модулям.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Введение в физику и химию магнитных наноматериалов.	Физика низкоразмерных структур. Перспективы веществ в нанокристаллическом состоянии. Особенности закономерностей и взаимозависимости физических свойств вещества в

		нанокристаллическом состоянии на основе современной теории твердого тела. Электрические, магнитные, магнитные, оптические, механические свойства 7 наноматериалов. Роль большой площади поверхности на химическую активность.
2	Тема 2. Магнетизм в твердых телах (обзор).	Основные проявления магнетизма. Элементарный источник магнитного поля. Магнитный монополь. Эффект Зеемана. Магнетизм конденсированного состояния. Парамагнитные материалы. Диамагнитные материалы. Ферромагнитные материалы. Антиферромагнитные и ферримагнитные материалы. Магнитные резонансы.
3	Тема 3. Магнитная анизотропия на наноуровне.	Определение магнитной анизотропии. Виды магнитной анизотропии. Анизотропия формы и влияние магнитостатической энергии на анизотропию. Магнетокристаллическая анизотропия. Анизотропия однодоменной частицы. Модель Стокера-Вольфарта. Пленочные микро- и наноструктуры. Зависимость коэрцитивной силы от размера частиц.
4	Тема 4. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 1).	Ноль-мерные нанообъекты: суперпарамагнетизм. Влияние размерного эффекта на доменную структуру. Одномерные нанообъекты: нанопроволки. Модель Изинга. Движение доменной границы в нанопроводе. Влияние напряжений и температуры на движение доменной границы в нанопроводе.
5	Тема 5. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 2).	Двумерные нанообъекты: тонкие магнитные пленки и многослойные. Воротексы и антиворотексы. Скирмионы. Квантовый эффект Холла. Гигантское магнеторезистентность: принцип и

		реализация. Введение в спинтронику.
6	Тема 6. Супермагнетизм (часть 1).	Когерентное вращение намагниченности, макроспин. Релаксация магнитного момента Нееля в отсутствие магнитного поля. Релаксация Брауна магнитного момента в феррофлюидах. Динамическая коэрцитивность и температурные эффекты.
7	Тема 7. Супермагнетизм (часть 2).	Влияние взаимодействия между макроспинами на магнитные свойства материала. Магнитостатическое и обменное взаимодействия. Методы изучения межчастичного взаимодействия. Магнитная вязкость.
8	Тема 8. Характеристика магнитных наноматериалов.	Магнитные материалы под полем - петля гистерезиса. Намагниченность насыщения, остаточная намагниченность и коэрцитивная сила. Потери энергии при перемагничивании. Температурная зависимость намагниченности.
9	Тема 9. Магнетизм в тонких пленках (часть 1).	Магнитные домены в кристаллах и пленках. Доменная структура. Доменные стенки Блоха и Нееля. Уравнение Эйлера Лагранжа. Двумерные многослойные структуры из пленок нанометровой толщины.
10	Тема 10. Магнетизм в тонких пленках (часть 2).	Домены в наноструктурах с намагничиванием в плоскости. Домены в наноструктурах с внеплоскостной намагниченностью. Доменные стены в полосах и проводах. Обменное смещение.
11	Тема 11. Химия твердого тела (обзор).	Особенности строения твёрдых тел. Введение в кристаллическую структуру твёрдого тела. Аморфное состояние. Теория строения и реакционной способности твердых тел. Обзор современных методов синтеза и изучения высокотемпературных

		сверхпроводников. Методы химии твёрдого тела для получения наноразмерных структур и гетероструктур. Реакционная способность твёрдых тел. Коррозия металлов.
12	Тема 12. Дизайн магнитных наноматериалов.	Наноструктурированные магнитные сплавы. Материалы для постоянных магнитов и устройств магнитной памяти. Магнитомягкие материалы. Магнитные фазовые пре-вращения. Магнитокалорические материалы. Методы исследования применяемые в химии твёрдого тела (дифракционные методы, электронная микроскопия и др.).
13	Тема 13. Физический синтез магнитных наночастиц.	Физические методы применяемые для синтеза наночастиц. Метод лазерной абляции в жидкости и в газовой среде. Метод помола в шаровой мельнице. Импульсные методы (дуговой разряд, электровзрыв проводника). Преимущества и недостатки физических методов по сравнению с химическими. Комбинация физических и химических методов для синтеза наноструктур.
14	Тема 14. Химический синтез сферических и анизомерных наноматериалов.	Способы получения сферических наночастиц химическими методами. Метод со-осаждения солей, синтез в обратных мицеллах. Влияние формы магнитной наночастицы на их свойства. Применение сферических и несферических наночастиц. Магнетомеханическое воздействие. Химические методы для получения частиц различных форм.
15	Тема 15. Золь-гель метод синтеза (Sol-Gel Methods).	Теоретическая основа золь-гель метода синтеза магнитных наночастиц. Свойства наночастиц получаемых золь-гель методом
16	Тема 16. Метод термолиза (thermal	Теоретическая основа метода

	decomposition methods).	термолиза для синтеза магнитных наночастиц. Свойства наночастиц получаемых методом термолиза.
17	Тема 17. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 1).	Капсулирование наночастиц и получение наночастиц в оболочке. Способы стабилизации суспензии наночастиц. Феррофлюиды. Двойной электрический слой, дзета-потенциал и электростатическая стабилизация наночастиц.
18	Тема 18. Функционализация магнитных наноматериалов (часть 2).	Использование полимеров для покрытия наночастиц оболочкой. Способы связывания поверхности наночастицы с биологически активными молекулами (белками, антителами, антигенами).

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

Тема 1. Введение в физику и химию магнитных наноматериалов.

Тема 2. Магнетизм в твердых телах (обзор).

Тема 3. Магнитная анизотропия на наноуровне.

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

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

Тема 6. Супермагнетизм (часть 1).

Тема 7. Супермагнетизм (часть 2).

Тема 8. Характеристика магнитных наноматериалов.

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

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

Тема 11. Химия твердого тела (обзор).

Тема 12. Дизайн магнитных наноматериалов.

Тема 13. Физический синтез магнитных наночастиц.

Тема 14. Химический синтез сферических и анизомерных наноматериалов.

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

Тема 16. Метод 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 монополь. Эффект Зеемана. Магнетизм конденсированного состояния. Парамагнитные материалы. Диамагнитные материалы. Ферромагнитные материалы. Антиферромагнитные и ферримагнитные материалы. Магнитные резонансы.

3. Магнитная анизотропия на наноуровне.

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

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

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

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

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

6. Супермагнетизм (часть 1).

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

7. Супермагнетизм (часть 2).

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

8. Характеристика магнитных наноматериалов.

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

9. Магнетизм в тонких пленках (часть 1).

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

10. Магнетизм в тонких пленках (часть 2).

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

11. Химия твердого тела (обзор).

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

12. Дизайн магнитных наноматериалов.

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

13. Физический синтез магнитных наночастиц.

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

14. Химический синтез сферических и анизомерных наноматериалов.

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1. Введение в физику и химию магнитных наноматериалов.</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 2. Магнетизм в твердых телах (обзор).</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 3. Магнитная анизотропия на наноуровне.</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 4. Эффект конечного размера в магнитных наноматериалах (часть 1).</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 5. Эффект конечного</i>	<i>УК-1, ОПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>

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

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

1. Что представляет собой ближний и дальний порядок в жидких и твердых телах?
2. Что такое наноматериалы, и какие классы наноматериалов вы знаете?
3. Укажите основные способы получения нанопорошков и наноматериалов.
4. Какова структура наноматериалов и каковы основные свойства наноматериалов, вытекающие из особенностей их структуры?
5. Как изменяются магнитные свойства материала при увеличении уровня дисперсности?
6. Объясните причины появления магнитной анизотропии и перечислите основные типы магнитной анизотропии.
7. Опишите доменную структуру в тонкой магнитной плёнке? Как влияет тип анизотропии на доменную структуру?
8. Как влияет температура на магнитные свойства системы наночастиц?
9. Объясните модель Стонера-Вольфарта. Что она описывает и какую информацию

можно извлечь из её применения?

10. Что такое суперпарамагнетизм? Каким уравнением можно описать зависимость магнитного момента суперпарамагнитных наночастиц?

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Физика низкоразмерных структур.
2. Влияние большой площади поверхности на химическую активность.
3. Элементарный источник магнитного поля. Магнитный монополь.
4. Магнетизм конденсированного состояния.
5. Парамагнитные материалы. Диамагнитные материалы.
6. Ферромагнитные материалы.
7. Антиферромагнитные и ферримагнитные материалы.
8. Виды магнитной анизотропии.
9. Анизотропия однодоменной частицы. Модель Стонера-Вольфарта.
10. Влияние размерного эффекта на доменную структуру.
11. Одномерные нанобъекты: нанопроволки.
12. Двумерные нанобъекты: 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 нанобъекты: 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 термоллиза для синтеза магнитных наночастиц.
41. Капсулирование наночастиц и получение наночастиц в оболочке.

42. Двойной электрический слой, дзета-потенциал и электростатическая стабилизация наночастиц.
43. Использование полимеров для покрытия наночастиц оболочкой.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

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

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

Дополнительная литература

- 1) Глинка Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб.-практ. пособие/ Н. Л. Глинка; под ред. А. В. Бабкова, В. А. Попкова. -14-е изд.. -М.: 2014. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 236, [1] с.
- 2) Задачник по электричеству и магнетизму: метод. пособие для студентов физ. фак./ Калинингр. гос. ун-т; сост. Е. Ф. Кондратьев. -Калининград, 1995. -81 с.
- 3) Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму: краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 2. -2000. -1 r=on-line, 88 с.
- 4) УЧЛ - Электронный учебник (ККО=1)
- 5) Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму: краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 1. -1998. -1 r=on-line, 89 с.
- 6) Кузнецов С. И.. Курс физики с примерами решения задач : учеб. пособие для вузов/ С. И. Кузнецов Ч. 1 : Механика. Молекулярная физика. Термодинамика. -2014. -1 r=online, 464 с.: ил., табл.
- 7) Никитин М. А. Обработка результатов физического эксперимента : метод. указания к лаб. работам/ М. А. Никитин, В. А. Бессонов, Ж. Ю. Нестерова; Калинингр. гос. ун-т. - Калининград: Изд-во КГУ, 2004. -36 с.: ил.
- 8) Пузаков С. А. Сборник задач и упражнений по общей химии : учеб. пособие для вузов/ С. А. Пузаков, В. А. Попков, А. А. Филиппова. -5-е изд., перераб. и доп.. -Москва:, 2014 r=on-line, 254, [1]: табл.
- 9) Телеснин Р. В. Молекулярная физика: учеб. пособие/ Р. В. Телеснин. -3-е изд., стер.. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар;
- 10) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин Кн. 3 : Термодинамика. Статистическая физика. Строение вещества. -1 о=эл. опт. диск, 367, [3] с.

- 11) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин Кн. 2 : Электромагнетизм. Оптика. Квантовая физика. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 439, [3] с.
- 12) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин Кн. 1 : Механика. -351, [3] о=эл. опт. диск (CDROM)
- 13) Глинка Н. Л.. Общая химия : учеб. для акад. бакалавриата : в 2 т./ Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова Т. 1. -1 r=on-line, 746 с.
- 14) Кудряшева Н. С. Физическая и коллоидная химия : учеб. и практикум для приклад. бакалавриата/ Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева; Сиб. Федер. ун-т. -2-е изд., перераб. и доп.. -Москва:

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

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

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

Программное обеспечение обучения включает в себя:

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

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

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

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

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

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

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: 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 Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В.Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

К.А. Гриценко

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 знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

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

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

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-2</i> <i>Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1</i> <i>Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства</i> <i>ПК-2.2Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования</i> <i>ПК-2.3Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	Знать: - особенности работы цифровых устройств регистрации изображений, применяемых в тандеме с микроскопами, и физические принципы, лежащие в основе их функционирования; - основные законы оптики, определяющие функционирование микроскопов и принципы формирования изображения, понимать онной деятельности природу дифракционного ограничения разрешающей способности микроскопов; - базовые принципы квантовой теории и процессы, происходящие при взаимодействии электронного луча с веществом; Уметь: - классифицировать квантовые приборы; владеть: - готовить препараты культивируемых in vitro прикрепляющихся клеток для исследования в проходящем свет и с использованием

		флуоресцентных маркеров; - готовить препараты суспензионных клеток для исследования с применением просвечивающего электронного микроскопа - базовыми навыками работы на различных микроскопах, а также обработкой полученных с них данных Владеть: - базовыми навыками работы на различных микроскопах, а также обработкой полученных с них данных

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Микроскопия: методы визуализации в микро- и нано-масштабе» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относиться к элективным дисциплинам.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Введение, историческая справка и основы оптики</i>	<i>Краткая историческая справка, роль микроскопии, как метода исследования, в развитии естественных наук. Природа света, волны и фотоны. Энергия светового излучения. Основы геометрической и волновой оптики. Оптические системы и построение изображения. Законы преломления и отражения.</i> <i>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 объективы, осветитель, роль конденсора, типы конденсоров,</i>

		роль диафрагм, системы сопряженных оптических плоскостей, критическое освещение и освещение по Келлеру, окуляр, функционирование окуляра. Ход лучей в микроскопе. Аберрации оптических систем и их преодоление. Дифракционная теория формирования изображения в микроскопе. Пятно рассеяния, диск Эйри, критерий Релея. Формула Аббе для работы в проходящем свете, иммерсионная оптика, тестирование разрешающей способности. Разрешающая способность по глубине, глубина резкости. Полезное увеличение при визуальных наблюдениях.
4	Генерация контраста в световой микроскопии и подготовка образцов для работы в проходящем свете.	Амплитудный контраст. Гисто- и цитохимия. Приготовление препаратов для работы в проходящем свете. Наблюдение прозрачных объектов, фазовый и дифференциально-интерференционный контраст. Микроскопия в темном поле (ультрамикроскоп)
5	Флуоресцентные методы микроскопического исследования в биологии	Феномен флуоресценции. Флуоресцентные трейсеры для биологических исследований – низкомолекулярные флуорохромы, конъюгаты, флуоресцентные белки. Внесение флуоресцентных трейсеров в биологические объекты – иммуноцитохимия и генетические конструкторы. Подготовка материала для исследования с помощью флуоресцентных методов. Фото Обесцвечивание и разрушение флуорохромов – предотвращение и применение. Микроскоп для наблюдения флуоресценции. Основные детали: осветитель, система фильтров, монохроматоры. Принцип работы.

		Формула Аббе для самосветящихся объектов. Функция рассеяния для точечного источника. Регистрация слабых сигналов, цифровые камеры, природа цифрового изображения, динамический диапазон, соотношение сигнал/шум. Контраст флуоресцентного изображения, вне фокусное свечение. Удаление паразитных вкладов. Деконволюция.
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.
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).
8	Электронная микроскопия	Физические основы. Волновые свойства электронов, эквивалентная длина волны, формула де Бройля, энергия электронов

		и релятивистские поправки. Электронная оптика, электростатические и магнитные линзы. Принципиальная схема просвечивающего электронного микроскопа. Генерация электронного пучка, типы источников электронов. Предельное разрешение электронного микроскопа. Регистрация изображения. Взаимодействие электронов с веществом, упругое и неупругое рассеяние электронов, вторичные электроны, эффект Оже, катодолуминесценция, 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.
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.
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.

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 конденсаторов, роль диафрагм, системы сопряженных оптических плоскостей, критическое освещение и освещение по Келлеру, окуляр, функционирование окуляра. Ход лучей в микроскопе. Аберрации оптических систем и их преодоление.

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

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

Амплитудный контраст. Гисто- и цитохимия. Приготовление препаратов для работы в проходящем свете. Наблюдение прозрачных объектов, фазовый и дифференциально-интерференционный контраст. Микроскопия в темном поле (ультрамикроскоп).

Тема 5. Флуоресцентные методы микроскопического исследования в биологии.

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

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

Тема 6. Лазерный сканирующий конфокальный микроскоп.

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

Диафрагма детектора, детектор. Принцип сканирования. Возможности конфокального микроскопа – трехмерная реконструкция, динамические эксперименты с использованием флуоресцентных белков. Фотообесцвечивание флуорохромов – применение. Ограничения и особенности конфокального микроскопа. Конфокальные микроскопы с 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. Регистрация изображения.

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

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

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

Требования к объекту исследования.

Тема 9. Сканирующий электронный микроскоп.

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

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

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

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

Требования к самостоятельной работе студентов

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

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

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

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

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

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

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

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

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

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

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

- 1) Роль микроскопических методов в развитии знаний о природе.
- 2) Формулировка закона Снелля.
- 3) Хроматическая 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 требования к процедуре при исследовании цитологических образцов методом электронной микроскопии.
- 32) Основные этапы подготовки вирусологического образца к электронно-микроскопическому исследованию.
- 33) Основные этапы подготовки цитологического или гистологического образца к электронно-микроскопическому исследованию.
- 34) Сканирующий электронный микроскоп – принципиальная схема.
- 35) Напыление металлом при исследовании с помощью просвечивающего электронного микроскопа.
- 36) Напыление металлом при исследовании с помощью сканирующего электронного микроскопа.
- 37) FIB-SEM – принцип работы.
- 38) Как приготовить клеточно-биологический образец для ЭМ-исследования?
- 39) Методы быстрого замораживания, области их применения и ограничения.
- 40) Роль и принципы работы криопротекторов.
- 41) Криоэлектронная микроскопия

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки)	Пятибалльная шкала (академическая)	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая)

		сформированности)	оценка		оценка)
Повышенны й	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессионал ьной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельн ости и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетвори тельный (достаточны й)	Репродуктивн ая деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетвор ительно		55-70
Недостаточн ый	Отсутствие удовлетворительного уровня	признаков	неудовлетв орительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

- 1) Копылова, О. С. Курс общей физики: Учебное пособие / Копылова О.С. - Москва :СТГАУ - "Агрус", 2017. - 300 с.: ISBN 978-5-9596-1290-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/975925> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
- 2) Власов, А. И. Оптическая микроскопия. Книга 12 : учебное пособие / А. И. Власов, К. А. Елсуков, И. А. Косолапов. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2011. - 184 с. - (Библиотека «Наноинженерия»). - ISBN 978-5-7038-3503-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2080347> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

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

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

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

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

Программное обеспечение обучения включает в себя:

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

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

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

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

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

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

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Избранные главы оптики и фотоники»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Зюбин Андрей Юрьевич, к.ф.-м.н., доцент

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

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В. Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

К.А. Гриценко

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 знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

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

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

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-1</i> <i>Способен разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач.</i> <i>ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии.</i> <i>ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен знать : - основы оптической флуоресцентной и колебательной спектроскопии - основы плазмоники - диаграмму Яблонского и понимать ее Студент должен уметь : - выбирать аппаратное и программное обеспечение съемки спектров флуоресценции и комбинационного рассеяния света устройств; Студент должен владеть навыками: - расчета тушения флуоресценции - определять тип тушения флуоресценции

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Избранные главы оптики и фотоники» представляет собой дисциплину обязательной части.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Избранные главы оптики и фотоники</i>	<i>Основные понятия оптики. Флуоресценция. Поглощение. Рассеяние. Основы флуоресцентной и колебательной спектроскопии. Диаграмма Яблонского. Вращательные, колебательные и энергетические уровни. Синглетные и триплетные состояния. Механизмы переноса энергии. Приборы оптической спектроскопии. Наночастицы и их применение в оптической спектроскопии. Плазмоника. Наночастицы, металлы, виды, применение для приложений оптики.</i>

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

Например,

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

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

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

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

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Например,

Тема 1: Адсорбционная спектроскопия

Тема 2: Спектрофлуорометрия

Тема 3: Спектроскопия КРС

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

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

Требования к самостоятельной работе студентов

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

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

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

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

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

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

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

Например,

Типовые вопросы проводимого опроса:

Тема 1: Опишите основные понятия оптики.

- Опишите физическое явление поглощения и флуоресценции.

- Что такое вращательные, колебательные состояния и энергетические уровни.

Что такое синглетные и триплетные состояния.

- Опишите механизмы переноса энергии.

- Опишите приборы оптической спектроскопии.

Тема 2:

Что такое рассеяние света, опишите его виды.

Что такое ИК и КРС спектроскопия

Опишите диаграмму Яблонского и процессы на ней.

Тема 3:

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

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

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

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

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

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

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

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

Основная литература

1. Салех, Б. Оптика и фотоника. Принципы и применения : учебное пособие : в 2 томах. Том 2 / Б. Салех, М. Тейх. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 784 с.: цв. вкл. - ISBN 978-5-91559-135-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/408131> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.

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

Дополнительная литература

1. Демтредер, В. Современная лазерная спектроскопия/ В. Демтредер ; пер с англ. М. В. 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, 507 с.

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

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

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

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;

- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.
- *Спектральная библиотека Know it All*

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

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

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

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

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

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Материаловедение и технологии наноматериалов»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Савин В.В. - доктор физико-математических наук, профессор Института физико-математических наук и информационных технологий, БФУ им. И. Канта, Калининград, РФ
Савина Л.А. – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории физического материаловедения Института физико-математических наук и информационных технологий, БФУ им. И. Канта, Калининград, РФ

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

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В.Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Материаловедение и технологии наноматериалов».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1.Наименование дисциплины: «Материаловедение и технологии наноматериалов».

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

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-1</i> <i>Способен разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии..</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач.</i> <i>ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии.</i> <i>ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен знать : • основные технологические схемы производства новых материалов, в том числе для элементов солнечной энергетики • структуру и свойства основных типов функциональных материалов, в том числе для элементов солнечной энергетики; Студент должен уметь : • оценивать функциональные свойства материалов, в том числе для элементов солнечной энергетики, на основе анализа их структуры; Студент должен владеть : • навыками оценивать функциональные свойства материалов на основе анализа их структуры; • навыками выбирать материалы, в том числе для элементов солнечной

		энергетики, с известными функциональными свойствами для заданных условий эксплуатации

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Материаловедение и технологии наноматериалов» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным дисциплинам.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Тема 1. Введение. Научнотехнический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения.</i>	<i>Современные проблемы теоретического и прикладного материаловедения и технологии материалов применительно к различным областям техники и</i>

		технологии. Тенденции развития современного материаловедения. Социальные, экономические, экологические аспекты крупномасштабного производства, эксплуатации и регенерации материалов.
2	Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы	Типы и классы современных и перспективных неорганических и органических материалов. Механические и физические свойства, их значение при эксплуатации изделий, стандартные испытания, свойства, как показатели качества. Приёмы химической комбинаторики. Особенности создания материалов на основе диссипативных структур (открытые системы, диссипативные структуры, хаос. Принцип Кюри, соотношения Онсагера). Классификация наноматериалов. Примеры возможного применения наноматериалов и нанотехнологий. Наночастицы, наноструктуры и наноматериалы. Размерные эффекты. Основы разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации наноматериалов.
3	Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы	Классификация пористых материалов. Способы получения ячеистых материалов. Технология процесса вспенивания. Свойства и применение волокнистых и вспененных материалов. Тонкие плёнки и покрытия. Свойства тонких плёнок. Классификация покрытий и их назначение. Сверхтвёрдые материалы. Синтетические алмазы. Методы получения. Механизмы фазового превращения «графит-алмаз». Свойства плёнок и кристаллов. Применение

		синтетических алмазов. Кристаллы на основе B_4N, C_3N_4 и др. Биоматериалы. Требования к биоматериалам. Классификация биокерамики по отношению к живой ткани. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью. Применения различных видов керамики в медицине. Стекло и аморфные материалы. Механизмы стеклообразования. Эмпирические правила классификации компонентов стекол. Аморфные металлы и металлические стёкла. Стеклокерамика. Реальная структура силикатных, боратных и фосфатных стекол. Высокочистые стёкла для световодов. Фотохромные стёкла. Прозрачная стеклокерамика. Аморфные полупроводники, технология ксерокса. Стали с метастабильным аустенитом и сплавы с памятью формы. Структура и свойства. Механизм эффекта памяти формы. Технологии изготовления. Области применения
4	Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы	Классификация керамических электротехнических материалов. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики и пьезоэлектрики. Примеры. Технологии изготовления и области применения сегнетоэлектриков, пьезоэлектриков и пьезоэлектриков. Жидкие кристаллы. Мономеры, нематики, смектики, фазовые диаграммы, хиральные структуры, LCD-дисплей, использование жидкокристаллических матриц для получения мезопористых структур, наноматериалов и биосенсоров. Полупроводники и светоизлучающие элементы. Основные типы полупроводниковых материалов. Кристаллические структуры

		основных полупроводниковых материалов. Принцип действия основных полупроводниковых устройств (диод, транзистор, фотоэлемент, СИЭ, лазер, преобразование солнечной энергии). Проблемы и тенденции в современной технологии полупроводников. Суперионные проводники. Применение твёрдых электролитов (источники тока на основе кобальтитов, манганитов и никелатов лития, материалы микробатарей кардиостимуляторов, топливные элементы, химические датчики). Технологии производства твёрдых электролитов. Сверхпроводящие материалы. Взаимосвязь состав — структура — свойство для высокотемпературных сверхпроводников на основе купратов. Методы получения. Области и перспективы применения. Магнитные наноматериалы. Функциональные параметры. Области применения, взаимосвязь структуры и свойств. Материалы с эффектом гигантского и колоссального магнитного сопротивления. Материалы для фотоники. Светочувствительные материалы, люминесценция, фотолюминесценция, пиро-, трибо-, электролюминесценция, оптоволокно, фотонные кристаллы, нелинейно-оптические кристаллы, болометры, фотоумножители, ночное видение, голография
5	Тема 5. Лазерная обработка материалов	Принцип действия и типы лазеров: газовый лазер, газодинамический лазер, полупроводниковый лазер, параметрический лазер, жидкостные лазеры. Лазерная обработка металлов. Методы лазерной наплавки порошков. Применение лазерных

		<i>технологий</i>
6	<i>Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).</i>	<i>Сущность процесса электроэрозионной обработки. Сведения о единичной лунке. Расчётные формулы и зависимости параметров ЭЭО</i>
7	<i>Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов</i>	<i>Сущность процесса абразивной доводки. Области применения процесса абразивной доводки и полировки в нанометровом диапазоне. Абразивные материалы, притиры и методы доводки плоскостей деталей. Влияние технологических факторов на качественные показатели процесса доводки. Обзор схем плоскодоводочных станков</i>
8	<i>Тема 8. Сканирующая электронная микроскопия</i>	<i>Физические принципы взаимодействия электронного пучка с образцом. Схема растрового электронного микроскопа, назначение его узлов и их функционирование. Подготовка объектов для исследований и особые требования к ним. Задачи, решаемые с помощью сканирующей электронной микроскопии</i>
9	<i>Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов</i>	<i>Малоугловое рассеяние. Исследование материалов с использованием синхротронного излучения. Электронная спектроскопия. Спектроскопические методы исследования структурных и энергетических характеристик поверхности. Спектроскопические методы для анализа химического состава поверхности. Малоугловое рассеяние. Исследование материалов с использованием синхротронного излучения.</i>
10	<i>Тема 10. Заключение.</i>	<i>Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и</i>

		наноматериалов

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

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

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

Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы

Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы.

Тема 5. Лазерная обработка материалов

Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).

Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов

Тема 8. Сканирующая и растровая электронная микроскопия

Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов.

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

Рекомендуемая тематика практических занятий:

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

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

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

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

Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы.

Классификация пористых материалов. Способы получения ячеистых материалов. Технология процесса вспенивания. Свойства и применение волокнистых и вспененных материалов. Тонкие плёнки и покрытия. Свойства тонких плёнок. Классификация покрытий и их назначение. Сверхтвёрдые материалы. Синтетические алмазы. Методы получения. Механизмы фазового превращения «графит-алмаз». Свойства плёнок и кристаллов. Применение синтетических алмазов. Кристаллы на основе B₄N, C₃N₄ и др.

Биоматериалы. Требования к биоматериалам. Классификация биокерамики по отношению к живой ткани. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью. Применения различных видов керамики в медицине. Стекло и аморфные материалы. Механизмы стеклообразования. Эмпирические правила классификации компонентов стекол. Аморфные металлы и металлические стёкла. Стеклокерамика. Реальная структура силикатных, боратных и фосфатных стекол. Высокочистые стёкла для световодов. Фотохромные стёкла. Прозрачная стеклокерамика. Аморфные полупроводники, технология ксерокса. Стали с метастабильным аустенитом и сплавы с памятью формы. Структура и свойства. Механизм эффекта памяти формы. Технологии изготовления. Области применения.

Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы.

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

Тема 5. Лазерная обработка материалов.

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

Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).

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

Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов.

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

Тема 8. Сканирующая электронная микроскопия.

Физические принципы взаимодействия электронного пучка с образцом. Схема растрового электронного микроскопа, назначение его узлов и их функционирование. Подготовка объектов для исследований и особые требования к ним. Задачи, решаемые с помощью сканирующей электронной микроскопии.

Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов.

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

Тема 10. Заключение.

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

Требования к самостоятельной работе студентов

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

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

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

Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы.

Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы.

Тема 5. Лазерная обработка материалов.

Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).

Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов.

Тема 8. Сканирующая электронная микроскопия.

Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов.

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

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

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

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

Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы.

Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы.

Тема 5. Лазерная обработка материалов.

Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).

Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов.

Тема 8. Сканирующая электронная микроскопия.

Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов.

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

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

применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

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

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1. Введение. Научнотехнический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физикохимические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа Тестовые задания</i>
<i>Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 5. Лазерная обработка материалов</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО)</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 8. Сканирующая и растровая электронная микроскопия</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 10. Заключение. Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и наноматериалов</i>	<i>ОПК-1 ОПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>

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

Материалы для оценки знаний (типовые тестовые задания)

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

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

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

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

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

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

№ 4. К какой группе металлов относится вольфрам?

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

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

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

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

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

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

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

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

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

№ 9. Что является одним из признаков металлической связи?

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

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

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

№ 11. Какой из признаков принадлежит исключительно металлам?

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

№ 12. Чем объясняется высокая теплопроводность металлов?

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

№ 13. Что такое магнитный домен?

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

Кристаллическое строение металлов и дефекты кристаллических структур

№ 14. Что такое элементарная кристаллическая ячейка?

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

№ 15. Что такое базис кристаллической решетки?

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

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

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

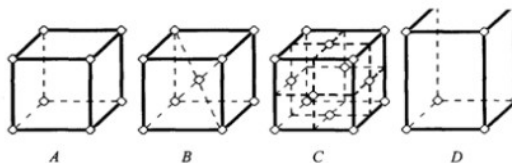


Рис. 2

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

А) A_2B . В) A_8B . С) A_4B . D) AB .

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

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

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

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

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

А) 8. В) 12. С) 6. D) 12

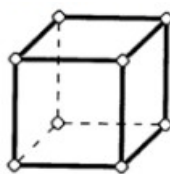


Рис. 5

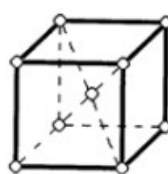


Рис. 6

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

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

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

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

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

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

№ 24. Каковы индексы кристаллографического направления ОВ (рис. 7)?

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

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

А) (111). В) (011). С) (220). D) (100).

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

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

№ 27. Какие тела обладают анизотропией?

А) Текстурированные поликристаллические материалы. В) Ферромагнитные материалы. С) Поликристаллические вещества. D) Аморфные материалы.

№ 28. Какие тела обладают анизотропией?

А) Парамагнетики. В) Монокристаллы. С) Вещества, обладающие полиморфизмом. D) Переохлаждённые жидкости.

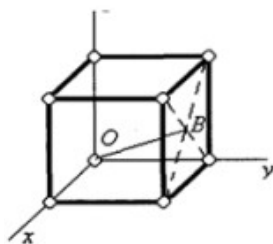


Рис. 7

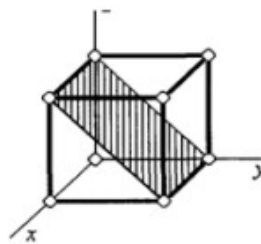


Рис. 8

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

А) Поверхностные. В) Объемные. С) Точечные. D) Линейные.

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

А) Дислокация. В) Пора. С) Вакансия. D) Межузельный атом.

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

А) Примесный атом внедрения. В) Межузельный атом. С) Примесный атом замещения. D) Вакансия.

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

А) Плоскость скольжения. В) Краевая дислокация. С) Цепочка межузельных атомов. D) Экстраплоскость.

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

А) Межузельные атомы. В) Поверхностные дефекты. С) Дислокации. D) Микротрещины.

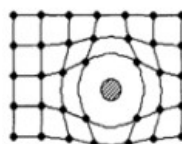


Рис. 11

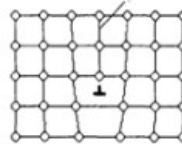


Рис. 12

№ 34. Что такое экстраплоскость?

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

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

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

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

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

Теория сплавов

№ 37. Какими факторами определяется кристаллизация?

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

№ 38. Чем определяется форма зерен металла?

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

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

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

№ 40. Какую структуру можно ожидать, если при кристаллизации достигнута степень переохлаждения n_1 (рис 15)?

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

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

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

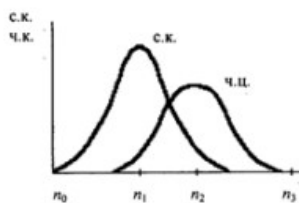


Рис. 15



Рис. 16

Виды сплавов

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

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

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

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

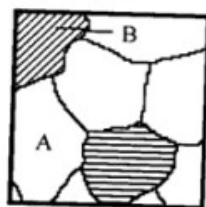


Рис. 17

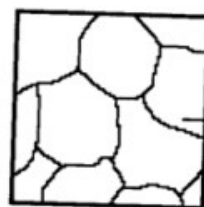


Рис. 18

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

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

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

А) Твердому раствору внедрения. В) Твердому раствору замещения. С) Химическому соединению. D) Механической смеси.

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

А) К химическим соединениям. В) К твердым растворам замещения. С) К твердым растворам внедрения. D) К механическим смесям.

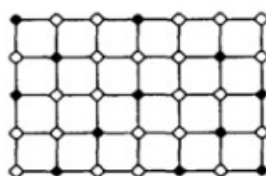
№ 47. К какому типу принадлежит сплав, кристаллическая решетка которого представлена на рис. 22?

А) К химическим соединениям. В) К твердым растворам внедрения. С) К твердым растворам замещения. D) К механическим смесям.

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

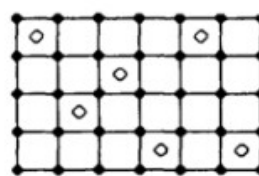
В системе...

А) компоненты ограниченно растворяются друг в друге. В) компоненты неограниченно растворяются друг в друге. С) отсутствует взаимная растворимость компонентов. D) компоненты образуют устойчивое химическое соединение.



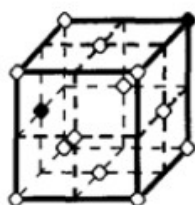
○ - компонент А
● - компонент В

Рис. 19



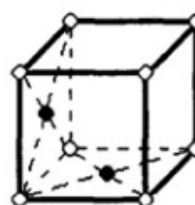
○ - компонент А
● - компонент В

Рис. 20



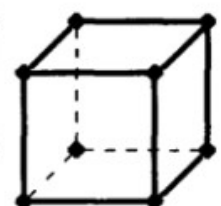
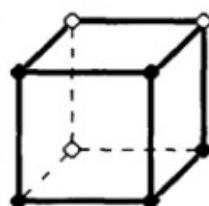
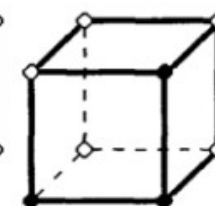
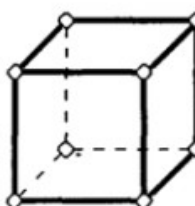
○ - компонент А
● - компонент В

Рис. 21



○ - компонент А
● - компонент В

Рис. 22



○ - компонент А ● - компонент В

Рис. 23

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

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

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

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

№ 51. Какой вид имеет уравнение правила фаз?

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

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

- A) Am. B) fm. C) mB. D) cf

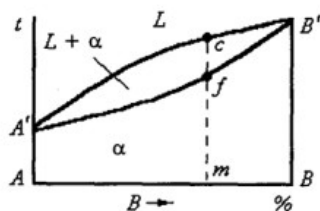


Рис. 24

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

- A) Однокомпонентная диаграмма. B) Диаграмма с химическим соединением. C) Диаграмма с отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии. D) На рисунке представлена не диаграмма, а лишь ее температурная ось.

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

- A) С неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. B) С химическим соединением. C) С отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии. D) С ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.

№ 55. Что такое эвтектика?

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

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

- A) С неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. B) С ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. C) С неустойчивым химическим соединением. D) С отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии.

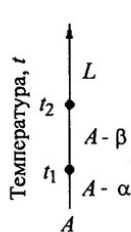


Рис. 25

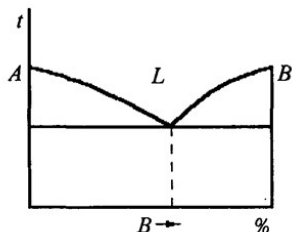


Рис. 26

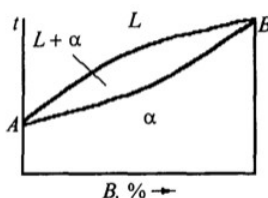


Рис. 27

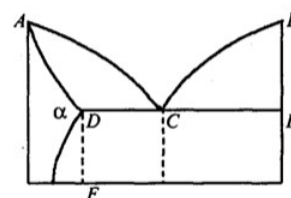


Рис. 28

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

- A) С неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. B) С ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. C) С химическим соединением. D) С отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии.

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

- A) bclac. B) bclab. C) ab/ac. D) ab/bc.

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

- A) e. B) c. C) Во всех сплавах одинаково. D) d.

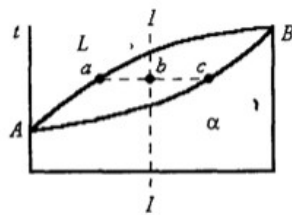


Рис. 29

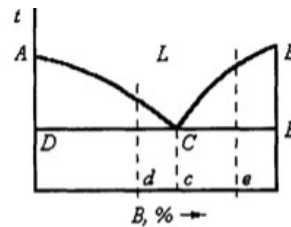


Рис. 30

№ 60. При каких температурных условиях кристаллизуются чистые металлы?

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

А) d. В) a и d. С) b. D) b и c.

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

А) В. В) С. С) А. D) D.

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

А) D. В) С. С) В. D) А.

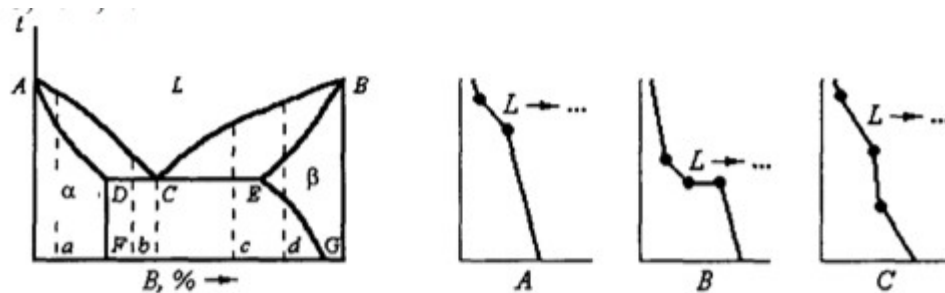


Рис. 31

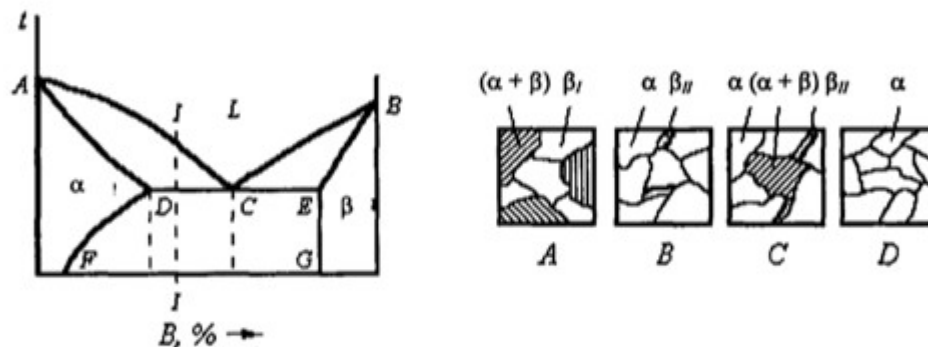


Рис. 32

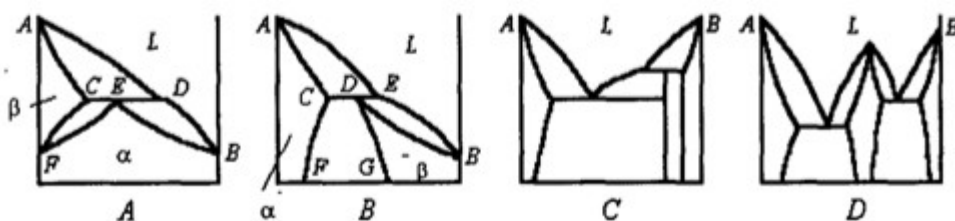


Рис. 33

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

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

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

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

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

А) D. В) A. С) C. D) B и C.

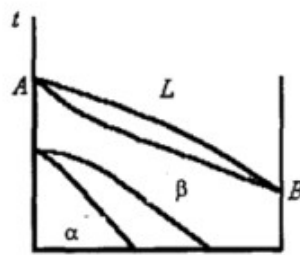


Рис. 34

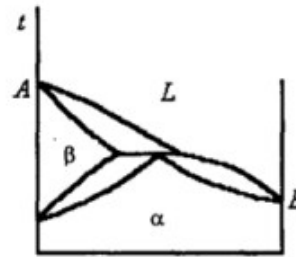


Рис. 35

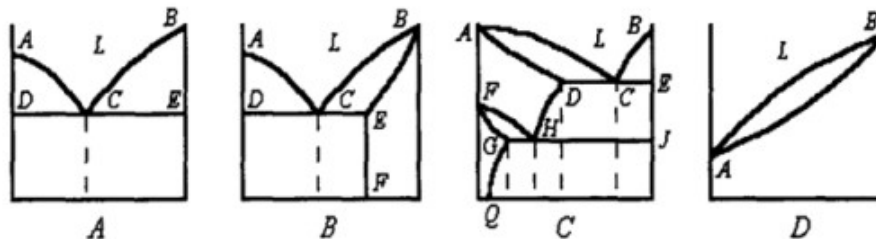


Рис. 36

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

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

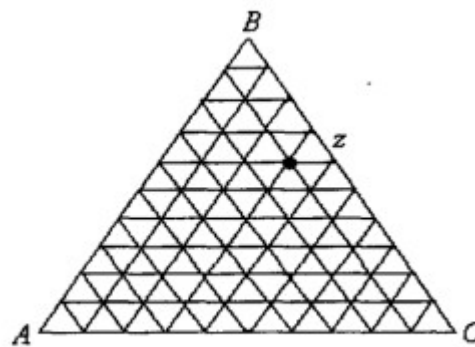


Рис. 37

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

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

№ 73. Что такое длительная прочность?

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

№ 74. Что такое предел ползучести?

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

№ 75. Что такое удельные механические свойства?

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

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

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

№ 77. Что такое критическая степень деформации?

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

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

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

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

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

№ 80. Что такое возврат?

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

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

№ 81. Что такое полигонизация?

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

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

№ 82. Какое деформирование металла называют холодным?

А) Деформирование, при котором не возникает деформационное упрочнение. В) Деформирование при температуре ниже температуры рекристаллизации. С) Деформирование при комнатной температуре. D) Деформирование при отрицательных температурах.

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

А) Чем чище металл, тем выше температура рекристаллизации. В) Температура рекристаллизации не зависит от чистоты металла. С) Для металлов зависимость имеет знак

плюс (чем чище металл, тем выше температура), для легированных сплавов - минус. D) Чем чище металл, тем ниже температура рекристаллизации.

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

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

№ 85. Как называется структура, представляющая собой твердый раствор углерода в γ -железе?

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

№ 86. Как называется структура, представляющая собой карбид железа Fe_3C ?

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

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

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

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

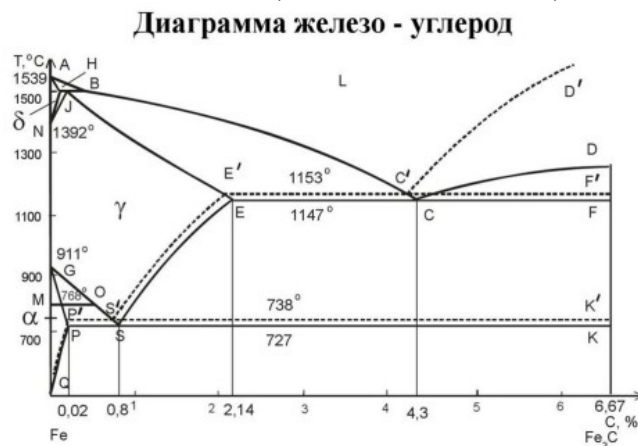
A) Перлит. B) Феррит. C) Ледебурит. D) δ -феррит.

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

№ 94. Сколько процентов углерода (C) содержится в углеродистой заэвтектонидной стали?

A) $0,02 < C < 0,8$. B) $4,3 < C < 6,67$. C) $2,14 < C < 4,3$. D) $0,8 < C < 2,14$.

№ 95. Каков структурный состав заэвтектонидной стали при температуре ниже 727°C ?

A) Ледебурит + первичный цементит. B) Феррит + третичный цементит. C) Перлит + вторичный цементит. D) Феррит + перлит.

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

A) Техническое железо. B) Эвтектонидная. C) Заэвтектонидная. D) Доэвтектонидная.

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

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

№ 98. Какие железоуглеродистые сплавы называют чугунами?

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

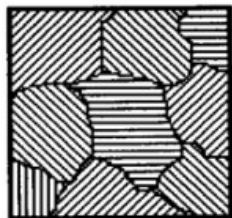


Рис. 40



Рис. 41

№ 99. Какой чугун называют белым?

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

№ 100. Какова форма графита в белом чугуне?

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

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

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

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

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

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

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

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

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

№ 105. Какие железоуглеродистые сплавы называют ферритными чугунами?

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

№ 106. Сколько содержит связанного углерода ферритный серый чугун?

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

№ 107. Сколько содержит связанного углерода перлитный серый чугун?

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

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

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

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

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

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

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

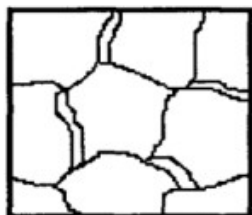


Рис. 42

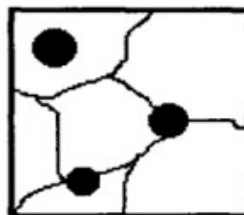


Рис. 43

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

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

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

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

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

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

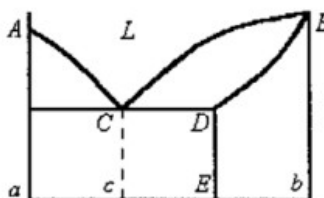


Рис. 44

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

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

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

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

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

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

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

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

118. Какую кристаллическую решетку имеет мартенсит?

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

№ 119. Как называется структура, представляющая собой пересыщенный твердый раствор углерода в α -железе?

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

№ 120. Какую скорость охлаждения при закалке называют критической?

- А) Максимальную скорость охлаждения, при которой еще протекает распад аустенита на структуры перлитного типа. В) Минимальную скорость охлаждения, необходимую для получения мартенситной структуры. С) Минимальную скорость охлаждения, необходимую

для фиксации аустенитной структуры. D) Минимальную скорость охлаждения, необходимую для закалки изделия по всему сечению.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Типы и классы современных и перспективных неорганических и органических материалов.
2. Механические и физические свойства, стандартные испытания, свойства, как показатели качества.
3. Особенности создания материалов на основе диссипативных структур (открытые системы, диссипативные структуры, хаос. Принцип Кюри, соотношения Онсагера).
4. Классификация наноматериалов. Наночастицы, наноструктуры и наноматериалы. Размерные эффекты.
5. Основы разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации наноматериалов.
6. Классификация пористых материалов. Способы получения ячеистых материалов и их свойства.
7. Тонкие плёнки и покрытия. Свойства тонких плёнок. Классификация покрытий и их назначение.
8. Сверхтвёрдые материалы. Синтетические алмазы. Методы получения. Механизмы фазового превращения «графит-алмаз».
9. Биоматериалы. Требования к биоматериалам. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью. Применения различных видов керамики в медицине.
10. Аморфные металлы и металлические стёкла. Стеклокерамика. Аморфные полупроводники.
11. Стали с метастабильным аустенитом и сплавы с памятью формы. Структура и свойства.
12. Классификация керамических электротехнических материалов. Технологии изготовления и области применения сегнетоэлектриков, пьезоэлектриков и пьезоэлектриков.
13. Жидкие кристаллы. Использование жидкокристаллических матриц для получения мезопористых структур, наноматериалов и биосенсоров.
14. Полупроводники и основные типы полупроводниковых материалов. Принцип действия основных полупроводниковых устройств (диод, транзистор, фотоэлемент, СИЭ, лазер, преобразование солнечной энергии).
15. Технологии производства твёрдых электролитов и их применение (источники тока на основе кобальтитов, манганитов и никелатов лития, материалы микробатарей кардиостимуляторов, топливные элементы, химические датчики).
16. Сверхпроводящие материалы. Взаимосвязь состав — структура — свойство для высокотемпературных сверхпроводников на основе купратов. Методы получения. Области и перспективы применения.
17. Магнитные наноматериалы. Функциональные параметры. Области применения, взаимосвязь структуры и свойств.
18. Материалы для фотоники. Светочувствительные материалы, люминесценция, фотолюминесценция, пиро-, трибо-, электролюминесценция, оптоволокно, фотонные кристаллы, нелинейно-оптические кристаллы, болометры, фотоумножители, ночное видение, голография.
19. Лазерная обработка материалов Принцип действия и типы лазеров. Применение лазерных технологий.
20. Сущность процесса электроэрозионной обработки (ЭЭО). Сведения о единичной

лунке. Расчётные формулы и зависимости параметров ЭЭО.

21. Технология финишной абразивной обработки материалов Сущность процесса абразивной доводки. Области применения процесса абразивной доводки и полировки в нанометровом диапазоне.

22. Сканирующая электронная микроскопия Физические принципы взаимодействия электронного пучка с образцом. Задачи, решаемые с помощью сканирующей электронной микроскопии.

23. Спектроскопические методы исследований материалов. Малоугловое рассеяние. Исследование материалов с использованием синхротронного излучения. Электронная спектроскопия.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

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

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

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

Основная литература

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

Дополнительная литература

1. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков: учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МИСИС, 2003. – 480 с.
2. Поздняков А.В. Физическое материаловедение наноструктурных материалов: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГИУ, 2006. – 423 с.
3. Либенсон Г.А., Лопатин В.Ю., Комарницкий Г.В. Процессы порошковой металлургии: учеб. для вузов: в 2 т. – Т. 1. Получение порошков. – М.: Изд-во МИСИС, 2001. – 367 с. Либенсон Г.А., Лопатин В.Ю., Комарницкий Г.В. Процессы порошковой металлургии: учеб. для вузов: в 2 т. – Т. 2. Формование и спекание порошков. – М.: Изд-во МИСИС, 2001. – 319 с.
4. Алымов М.И. Порошковая металлургия нанокристаллических материалов. – М.: Наука, 2007. – 180 с.
5. Износостойкие композиционные материалы / Ю.Г. Гуревич, В.Н. Анциферов, Л.М. Савиных, С.А. Оглезнева, В.Я. Буланов. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2005. – 216 с.
6. Нанотехнологии: азбука для всех / под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: Физматлит, 2009. – 368 с.
7. Проблемы порошкового материаловедения / В.Н. Анциферов, С.Н. Боброва, С.А. Оглезнева [и др.]. – Екатеринбург: Наука, 2000. – 250 с.

8. Васильев В.А., Митин Б.С., Пашков И.Н. Высокоскоростное затвердевание расплава: теория, технология, материалы. – М.: Интермет Инжиниринг, 1998. – 395 с.
9. Синтетические сверхтвердые материалы: в 3 т. – Т. 1. Синтез сверхтвердых материалов / под ред. Н.В. Новикова. – Киев: Наукова думка, 1986. – 279 с.
10. Суперсплавы: Жаропрочные материалы для аэрокосмических и промышленных энергоустановок: в 2 кн. / под ред. Ч.Т. Симса, Н.С. Стоффа, У.К. Хагеля. – М.: Металлургия, 1995. – Кн. 1. – 384 с.; Кн. 2. – 384 с. 306
11. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И. Материаловедение. – М.: Химиздат, 2007. – 784 с.
12. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы: методы получения и свойства. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1998. – 186 с.
13. Ткачев А.Г. Аппаратура и методы синтеза твердотельных наноструктур: моногр. – М.: Машиностроение, 2007. – 226 с.
14. Эгертон Р.Ф. Физические принципы электронной микроскопии. Введение в просвечивающую, растровую и аналитическую электронную микроскопию: моногр.: пер. с англ. – М.: Техносфера, 2010. – 300 с.
15. Анциферов В.Н. Наука о материалах и высокие технологии: современные проблемы, прогноз развития в Российской Федерации: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – 42 с.
16. Елисеев А.А. Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы / под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: Физматлит, 2010. – 456 с.
17. Рыжонков Д.И., Лёвина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы: учеб. пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 365 с.
18. Суздалев И.П. Нанотехнология: физикохимия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. – М.: КомКнига, 2006. – 589 с.
19. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. – М.: Академия, 2005. – 187 с.
20. Физическое металловедение: учеб. для вузов / С.В. Грачев, В.Р. Бараз, А.А. Богатов, В.П. Швейкин. – Екатеринбург: Изд-во УГТУ-УПИ, 2001. 534 с.

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

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

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

Программное обеспечение обучения включает в себя:

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

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

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

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

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

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

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Современные научные методы. Эксперимент»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

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

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

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В.Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

К.А. Гриценко

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 знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

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

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

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-1</i> <i>Способен разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач.</i> <i>ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии.</i> <i>ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	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
<i>ПК-2</i> <i>Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства</i> <i>ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования</i> <i>ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	Знать: различные направления научных исследований физики (новые и старые), феноменологию физических процессов и теорий в области магнетизма, термодинамики, спектроскопии и квантовой теории. Уметь: выделять научную проблему и ставить конкретную физическую задачу для ее решения, интерпретировать полученные экспериментальные результаты в

		физическую теорию, описывающую конкретный наблюдаемый процесс. Владеть: навыками создания и описания материалов, навыками работы с научной литературой на русском и английском языках, навыками выделения конкретной физической теории и числа других, для описания физического процесса, наблюдаемого экспериментально

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современные научные методы. Эксперимент» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным дисциплинам.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Исследование магнитных свойств тонких пленок на вибрационном магнитометре Lakeshore 7400 System.	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.	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).	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.	Исследование сплавов Гейслера с памятью формы на установке термогравиметрического анализа NETZSCH TG 209 F3 Tarsus.
5	Исследования тонких пластин на установке для измерения магнитокалорического эффекта.	Исследования тонких пластин на установке для измерения магнитокалорического эффекта.
6	Метод малого углового вращения для измерения магнитострикции микропроводов на основе сплава FeCo.	Метод малого углового вращения для измерения магнитострикции микропроводов на основе сплава FeCo.
7	Исследование эффекта Керра в образцах ферромагнитных тонких пленок.	Исследование эффекта Керра в образцах ферромагнитных тонких пленок.
8	Технологии ионного плазменного напыления для создания микропокрытий.	Технологии ионного плазменного напыления для создания микропокрытий.
9	Исследование тонких пленок с обменным смещением на сканирующем зондовом микроскопе JSPM-4610A (JEOL, Япония).	Исследование тонких пленок с обменным смещением на сканирующем зондовом микроскопе JSPM-4610A (JEOL, Япония).

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

	<i>оптического микроскопа.</i>	<i>помощью оптического микроскопа.</i>

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

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

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

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

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

Исследования тонких пластин на установке для измерения магнитокалорического эффекта.

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

Исследование эффекта Керра в образцах ферромагнитных тонких пленок.

Технологии ионного плазменного напыления для создания микропокрытий.

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

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

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

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

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

Спектроскопия комбинационного рассеяния. Фундаментальные основы.

Анализ органических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.

Анализ неорганических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.

Микрорамановская спектроскопия.

Идентификация неизвестного материала на Рамановском спектрометре.

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

Определение геометрических параметров линзы с помощью оптического микроскопа.

Анализ дисперсных систем с помощью оптического микроскопа.

Форма отчета по выполнению лабораторной работы

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

IMMANUEL KANT BALTIC FEDERAL UNIVERSITY

HIGH SCHOOL OF NANOTECHNOLOGY AND ENGINEERING

Lab Report

course “Advanced scientific methods. Experiment”

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

Natalia Perova
Elena Kozenkova
1st year of study

PHD student, Sergey Shevyrtalov
Credited _____

Kaliningrad
2024

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

THEORETICAL BACKGROUND

PROCEDURE

RESULTS: Experimental data, calculations.

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

CONCLUSIONS

REFERENCES

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

применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

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

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируе мой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Исследование магнитных свойств тонких пленок на вибрационном магнитометре Lakeshore 7400 System.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Измерение температуры Кюри порошковых образцов на основе Fe с помощью дифференциального сканирующего калориметра NETZSCH 204 F1 Phoenix</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Напыление нанометровых тонких пленок на установке магнетронного напыления ORION-8-UHV (AJA International).</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Исследование сплавов Гейслера с памятью формы на установке термогравиметрического анализа NETZSCH TG 209 F3 Tarsus.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Исследования тонких пластин на установке для измерения магнитокалорического эффекта.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Метод малого углового вращения для измерения магнитострикции микропроводов на основе сплава FeCo.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Исследование эффекта Керра в образцах ферромагнитных тонких пленок.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Технологии ионного плазменного напыления для создания микропокрытий.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Исследование тонких пленок с обменным смещением на сканирующем зондовом микроскопе JSPM-4610A (JEOL, Япония).</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируе мой	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Устройство сканирующего электронного микроскопа JSM-6390LV (JEOL, Япония).</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Преимущества и недостатки исследований тонких пленок на автоматизированном сканирующем зондовом микроскопе SmartSPM (Aist-NT, Россия).</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Виды методик проводимых экспериментов на рентгеновском дифрактометре D8 DISCOVER фирмы Bruker AXS.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Опишите принцип работы на исследовательском комплексе на базе Оже-микроанализатора и энергодисперсионного рентгеноспектрального анализатора JEOL JAMP – 9500F.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Спектроскопия комбинационного рассеяния. Фундаментальные основы.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Анализ органических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Анализ неорганических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Микрорамановская спектроскопия.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Идентификация неизвестного материала на Рамановском спектрометре</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Определение геометрических параметров пуансона и плоской рентгеновской линзы с помощью электронного микроскопа.</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Определение геометрических параметров линзы с помощью оптического микроскопа</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>
<i>Анализ дисперсных систем с помощью оптического микроскопа</i>	<i>УК-1, ПК-1</i>	<i>отчет по выполнению лабораторной работы</i>

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

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

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

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

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

Экспериментальная часть лабораторных работ:

– *Изучения влияния анизотропии формы на магнитные свойства материала.*

– *Изучение механизмов перемангничивания ферромагнитных материалов с помощью метода вибрационной магнитометрии*

– *Изучение температурной зависимости намагниченности ферромагнетика*

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

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

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

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

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

Экспериментальная часть лабораторных работ:

– *Изучение фазовых переходов 1 и 2 рода методом дифференциальной сканирующей*

калориметрии.

– *Изучение процессов кристаллизации аморфных сплавов методом дифференциальной сканирующей калориметрии.*

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

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

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

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

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

Экспериментальная часть лабораторных работ:

- Изучение физических процессов, происходящих при отжиге твердотельных образцов.
- Вспомогательные средства: установка термогравиметрического анализа NETZSCH TG 209 F3 Tarsus, баллон с жидким азотом, набор расходных материалов: тигли, пинцеты, изопропиловый спирт.

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

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

Ключевые термины и понятия: магнитокалорика, температура, термосопротивление.

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

Экспериментальная часть лабораторных работ:

- Изучение физических процессов, происходящих при нагревании тела: изменение его магнитного состояния.
- Вспомогательные средства: установка измерения магнитокалорического эффекта; набор расходных материалов: пинцеты, изопропиловый спирт.

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

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

Ключевые термины и понятия: стрижия, магнестрикция, магнитная анизотропия.

Теоретическая часть лабораторных работ: определение проблемы и постановка научной задачи изучения эффекта магнестрикции 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 магнестрикции; 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 магнестрикции микропроводов на основе сплава FeCo.*
- 7. Исследование эффекта Керра в образцах ферромагнитных тонких пленок.*
- 8. Технологии ионного плазменного напыления для создания микропокрытий.*
- 9. Исследование тонких пленок с обменным смещением на сканирующем зондовом микроскопе JSPM-4610A (JEOL, Япония).*
- 10. Устройство сканирующего электронного микроскопа JSM-6390LV (JEOL, Япония).*
- 11. Преимущества и недостатки исследований тонких пленок на автоматизированном сканирующем зондовом микроскопе SmartSPM (Aist-NT, Россия).*
- 12. Виды методик проводимых экспериментов на рентгеновском дифрактометре D8 DISCOVER фирмы Bruker AXS.*

13. Опишите принцип работы на исследовательском комплексе на базе Оже-микроанализатора и энергодисперсионного рентгеноспектрального анализатора JEOL JAMP – 9500F.
14. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Фундаментальные основы.
15. Анализ органических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.
16. Анализ неорганических соединений с помощью комбинационной рамановской спектроскопии.
17. Микрорамановская спектроскопия.
18. Идентификация неизвестного материала на Рамановском спектрометре
19. Определение геометрических параметров пуансона и плоской рентгеновской линзы с помощью электронного микроскопа.
20. Определение геометрических параметров линзы с помощью оптического микроскопа.
21. Анализ дисперсных систем с помощью оптического микроскопа.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

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

	образцу с большей степени самостоятельн ости и инициативы	иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетвори тельный (достаточно й)	Репродуктивн ая деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетвор ительно		55-70
Недостаточн ый	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетв орительно	не зачтено	Менее 55

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

Основная литература

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

Дополнительная литература

- 1) Советов Б. Я. Моделирование систем : учеб. для 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.
- 2) 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 (CDROM)
- 3) 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.

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

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента

- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

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

Программное обеспечение обучения включает в себя:

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

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

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

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

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

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

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физика наноматериалов и наноструктур»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Гриценко К.А., к.ф.-м.н., научный сотрудник с ученой степенью кандидат наук
БФУ им. И. Канта

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

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В.Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Физика наноматериалов и наноструктур».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

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

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

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-1</i> <i>Способен разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач.</i> <i>ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии.</i> <i>ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	Знать: основы спинтроники; применение устройств спинтроники; Уметь: • применять полученные знания в других предметных областях; • понимать основные типы взаимодействия (дипольные, спин-орбитальные, обменные взаимодействия) и их влияние на типы упорядочения. Владеть: навыками выполнять измерения свойств материалов

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика наноматериалов и наноструктур» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным дисциплинам.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Нанослои: графен и 2D материалы</i>	<i>Самосборные монослои. Эпитаксиальный графен. Электронная структура графеновых нанолент. Транспорт в графеновых наноструктурах. Графеновые квантовые точки.</i>
2	<i>Углеродные нанотрубки и полимерные композиты</i>	<i>Адгезия между полимерами и УНТ. Дисперсионные методы для УНТ. Химический метод полимеризации. Механические свойства УНТ / Полимерные композиты. Электрические свойства УНТ. Изотропные полимерные композиты Ориентированные полимерные композиты. Моделирование порога перколяции. Термостойкость.</i>
3	<i>Наночернила из металлов для печати</i>	<i>Геометрические аспекты. Модель случайной неплотной упаковки. Размер ядра наночастиц</i>

		Термодинамическая размерно-зависимая температура плавления. Моделирование оптического плазмонного резонанса. Наночастицы серебра Наночастицы золота Другие металлические наночастицы Металлические наночастицы с высокой полярнорастворяющей дисперсностью.
4	Магнитные наноструктуры	Характерные масштабы. Тонкие пленки. прямая обменная связь, обменное смещение . Тонкие пленки: методы синтеза. Провода и иглы: методы изготовления. Нанодиски. Объемные наноструктуры. Рентгеновский нанозонд
5	Манипулирование микро- и наноразмерными объектами	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. 3DМанипулирование: магнитный микроробот. 4D печать - микроактюатор: частицы в полимерах. Тканевая инженерия. Магнитные нанопровода. Магнитные нанопровода + массивы микропаттернов. Манипулирование с помощью микроэлектромагнитов. Биоинспирация.
6	Наносенсоры	Наноразмерная характеристика с флуоресцентными наночастицами. Люминесцентные наночастицы: синтез и оптические свойства. Наноразмерные люминесцентные датчики Оптохимические наносенсоры. Примеры приложений. Критические проблемы для

		<i>оптохимических наносенсоров. Инфракрасные фотоприемники и матрицы в квантовых точках.</i>
7	<i>Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами</i>	<i>Нанопористые материалы. Характеристика нанопористых материалов Упорядоченная нанопористая структура Основные характеристики упорядоченных мезопористых материалов. Структура упорядоченных мезопористых материалов Механизм синтеза упорядоченных мезопористых материалов. Типичные мезопористые материалы. Гигантская наномембрана. Подходы к изготовлению наномембран Наномембраны из высокосишитых материалов. Физические свойства наномембран. Функциональные возможности наномембран.</i>

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

Нанослои: графен и 2D материалы

Углеродные нанотрубки и полимерные композиты

Наночернила из металлов для печати

Магнитные наноструктуры

Манипулирование микро- и наноразмерными объектами

Наносенсоры.

Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1. Нанослои: графен и 2D материалы

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

Тема 2. Углеродные нанотрубки и полимерные композиты

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

Тема 3. Наночернила из металлов для печати

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

Тема 4. Магнитные наноструктуры

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

Тема 5. Манипулирование микро- и наноразмерными объектами

Вопросы для обсуждения: Магнитные наночастицы. Суперпарамагнетизм. Частицы типа «ядро/оболочка» 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. 3DМанипулирование: магнитный микроробот. 4D печать - микроактюатор: частицы в полимерах. Тканевая инженерия. Магнитные нанопровода. Магнитные нанопровода + массивы микропаттернов. Манипулирование с помощью микроэлектромагнитов. Биоинспирация.

Тема 6. Наносенсоры.

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

Тема 7. Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами.

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

Требования к самостоятельной работе студентов

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

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

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную

деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

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

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>1. Нанослои: графен и 2D материалы</i>	<i>ОПК-1, ОПК2, ПК-1, ПК2, ПК-3</i>	<i>самостоятельная работа</i>
<i>2. Углеродные нанотрубки и полимерные композиты</i>	<i>ОПК-1, ОПК2, ПК-1, ПК2, ПК-3</i>	<i>самостоятельная работа</i>
<i>3. Наночернила из металлов для печати</i>	<i>ОПК-1, ОПК2, ПК-1, ПК2, ПК-3</i>	<i>самостоятельная работа</i>
<i>4. Магнитные наноструктуры</i>	<i>ОПК-1, ОПК2, ПК-1, ПК2, ПК-3</i>	<i>тест</i>
<i>5. Манипулирование микро- и наноразмерными объектами</i>	<i>ОПК-1, ОПК2, ПК-1, ПК2, ПК-3</i>	<i>самостоятельная работа</i>
<i>6. Наносенсоры</i>	<i>ОПК-1, ОПК2, ПК-1, ПК2, ПК-3</i>	<i>самостоятельная работа</i>
<i>7. Наномембраны и структуры с упорядоченными нанопорами</i>	<i>ОПК-1, ОПК2, ПК-1, ПК2, ПК-3</i>	<i>самостоятельная работа</i>

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

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

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	Включает низестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100

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

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

Основная литература

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

Дополнительная литература

- 1) Шпольский, Э. В.. Атомная физика : учебник : в 2 т./ Э. В. Шпольский Т. 2 : Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. -6-е изд., стер.. -1 т=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 т=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 NanoElectromagnetics II_ THz Circuits, Materials, Devices-Sprin
- 8) Kamel A. Abd-Elsalam, Mohamed A. Mohamed, Ram Prasad - Magnetic Nanostructures_ Environmental and Agricultural Applications-Springer International Publishing (2017)
- 9) Viswanatha Sharma Korada, Nor Hisham B Hamid (eds.) - Engineering Applications of Nanotechnology_ From Energy to Drug Delivery.
- 10) Advanced Structured Materials 84) Zishan Husain Khan (eds.) - Nanomaterials and Their Applications-Springer Singapore (2018)
- 11) Kalarikkal, Nandakumar_ Koshy, Obey_ Thomas, Sabu - Nanomaterials physical, chemical, and biological applications-Apple Academic Press Inc (2018)
- 12) Dasgupta, Nandita_ Kumar, Vineet_ Ranjan, Shivendu - Environmental Toxicity of Nanomaterials-CRC Press (2018)
- 13) Бондарев Б. В.. Курс общей физики : учеб. пособие для бакалавров : [в 3 кн.]/ Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин Кн. 2 : Электромагнетизм. Оптика. Квантовая физика. -1 о=эл. опт. диск (CDROM), 439, [3] с.
- 14) Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму : краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 2. -2000. -1 r=on-line, 88 с.
- 15) УЧЛ - Электронный учебник (ККО=1)
- 16) Кондратьев Е. Ф.. Лекции по электромагнетизму : краткий курс/ Е. Ф. Кондратьев ; Калинингр. гос. ун-т Ч. 1. -1998. -1 r=on-line, 89 с.
- 17) Задачник по электричеству и магнетизму : метод. пособие для студентов физ. фак./ Калинингр. гос. ун-т; сост. Е. Ф. Кондратьев. -Калининград, 1995. -81 с

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

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

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

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

Программное обеспечение обучения включает в себя:

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

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

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

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

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

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

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Избранные главы биологии и химии»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель:

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 Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В.Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

К.А. Гриценко

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 знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

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

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

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-1</i> <i>Способен разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач.</i> <i>ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии.</i> <i>ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	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 химического 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 части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным дисциплинам.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Принципы метаболического контроля</i>	<i>Свойства фермента и контроль в клетке. Гомеостаз. Изоферменты и коферменты. Медицинские последствия ферментов.</i>
2	<i>Основы биохимии питания</i>	<i>Функции и потребности в питательных веществах, обзор метаболизма и энергетических стратегий в клетках человека, ключевой цикл для множества ролей: цикл трикарбоновых кислот</i>
3	<i>Дыхательная цепь</i>	<i>Стратегия восстановления энергии, функционирование и контроль транспортной цепи митохондрий электронов, окислительное фосфорилирование.</i>
4	<i>Углеводы в качестве клеточного топлива</i>	<i>Углеводы в качестве клеточного топлива</i>
5	<i>Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт</i>	<i>Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт</i>
6	<i>Аминокислоты.</i>	<i>Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот</i>
7	<i>Гликоген. Запас гликогена в организме</i>	<i>Гликоген. Запас гликогена в организме</i>
8	<i>Кинетика биологических реакций</i>	<i>Основа биологических реакций.</i>

		<i>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. Фосфорилизация 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

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

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

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем

дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

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

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Принципы метаболического контроля</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Основы биохимии питания</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Дыхательная цепь</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Углеводы в качестве клеточного топлива</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Гликоген. Запас гликогена в организме</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Кинетика биологических реакций</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Структура белка</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>

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

Тип задания	Текст вопроса	Варианты ответов	Правильные ответы	Сложность вопроса	Описание
Single Selection	Свойство живых организмов ощущать	1. обмен веществ; 2. раздражимость; 3. размножение;	2	1	6

	действие факторов среды и отвечать на них – это:	4. рост; 5. движение.			
Single Selection	Процесс увеличения массы тела и размеров организма в период его развития называется:	1. обмен веществ; 2. раздражимость; 3. размножение; 4. рост; 5. движение	4	1	7
Single Selection	Процессы поступления питательных веществ в организм и выведение из него продуктов распада называется:	1. обмен веществ; 2. раздражимость; 3. размножение; 4. рост; 5. движение.	1	1	8
Single Selection	Процесс передачи наследственной информации от родителей к потомкам называется:	1. обмен веществ; 2. раздражимость; 3. размножение; 4. рост; 5. движение.	3	1	9
Single Selection	Процесс перемещения организма и его отдельных органов в пространстве или внутриклеточное перемещение это:	1. обмен веществ; 2. раздражимость; 3. размножение; 4. рост; 5. движение.	5	1	10

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

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

2) Признаки и свойства живого: клеточное строение, особенности химического состава, обмен веществ и превращения энергии, гомеостаз, раздражимость, воспроизведение, развитие.

3) Уровневая организация и эволюция. Основные уровни организации живой природы: клеточный, организменный, популяционно-видовой, биогеоценотический, биосферный.

4) Биологические системы. Общие признаки биологических систем: клеточное строение, особенности химического состава, обмен веществ и превращения энергии, гомеостаз, раздражимость, движение, рост и развитие, воспроизведение, эволюция.

5) Химический состав клетки. Макро- и микроэлементы.

6) Неорганические вещества клетки. Вода, минеральные соли. Особенности строения, функции в клетке и организме.

7) Основные типы органических веществ в клетке. Взаимосвязь строения и функций неорганических и органических веществ (белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, АТФ), входящих в состав клетки. Роль химических веществ в клетке и организме человека.

8) Классификация углеводов, особенности их структуры.

9) Строение и функции моносахаридов.

10) Строение и функции полисахаридов.

11) Особенности строения белков как биологических полимеров. Мономеры белка.

12) Строение первичной и вторичной структуры белка.

13) Строение третичной и четвертичной структуры белка.

14) Функции белков. Ферменты – биологически активные вещества клетки.

15) Особенности структуры и функции липидов. Функции липидов в клетке.

16) Особенности строения нуклеиновых кислот как биологических полимеров. Строение мономеров нуклеиновых кислот.

17) Сходство и различие строения нуклеотидов ДНК и РНК.

18) Строение вторичной структуры ДНК. Понятие о процессе репликации.

19) Строение и функции основных компонентов клетки. Взаимосвязь строения и функций частей и органоидов клетки – основа ее целостности.

20) Строение клетки прокариот.

21) Сходство и различие в строении клетки про- и эукариот.

22) Виды бактерий. Болезнетворные бактерии.

23) Особенности строения клеточной мембраны про- и эукариот.

24) Надмембранные структуры клеток про- и эукариот, их функции.

25) Особенности строения цитоскелета клетки.

26) Особенности строения и функций генетического аппарата клеток про- и эукариот.

27) Строение и функции ядра.

28) Генетический материал ядра – хроматин. Современные представления о гене и геноме.

29) Клеточные органеллы прокариот.

30) Одномембранные органеллы, их строение и функции.

31) Двухмембранные органеллы, их строение и функции.

32) Безмембранные органеллы, их строение и функции.

33) Специализированные органеллы, их строение и функции.

34) Основные понятия о клеточных процессах. Рост и развитие. Клеточный цикл.

35) Энергетический и пластический обмен, их взаимосвязь.

36) Стадии энергетического обмена. Брожение и дыхание.

37) Стадии биосинтеза белка. Особенности транскрипции и трансляции. Образование вторичной, третичной и четвертичной структуры белков.

38) Ткани многоклеточных организмов. Специализация клеток. Основные виды тканей человека.

- 39) *Строение и функции эпителиальной ткани человека.*
 40) *Строение и функции соединительной ткани человека.*
 41) *Строение и функции мышечной ткани человека.*
 42) *Строение и функции нервной ткани человека.*

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

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

й)	деятельность	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. Васильева, С. В. Биологическая химия : учебник / С. В. Васильева, Л. Ю. Карпенко ; МСХ РФ, СПбГУВМ. - Санкт-Петербург : СПбГУВМ, 2021. - 304 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157118> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
2. Стволинская, Н. С. Цитология: Учебник / Стволинская Н.С. - Москва :МПГУ, 2012. - 238 с.: ISBN 978-5-7042-2354-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/758106> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
3. Поддубных, Л. П. Общая химия : учебное пособие / Л.П. Поддубных. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 178 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-019036-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2083699> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Глинка Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб.-практ. пособие/ Н. Л. Глинка ; под ред. А. В. Бабкова, В. А. Попкова. -14-е изд.. -М.: Юрайт, 2014. -1 о=эл. опт. диск (CDROM), 236, [1] с.
2. Зиматкин С. М. Гистология, цитология и эмбриология : учеб. пособие для учреждений высш. образования / С. М. Зиматкин. -2-е изд., испр.. -Минск: Вышэйшая школа, 2013 г=online, 228, [1] с. УЧЛ - Учебное пособие, УЧЛ - Электронный учебник (ККО=1), Электронный сетевой ресурс
3. Нетрусов А. И. Введение в биотехнологию : учеб. для вузов/ А. И. Нетрусов. -Москва: Академия, 2014. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 280, [1] с.: ил.
4. Практикум по общей химии. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : учеб. пособие для вузов/ В. А. Попков [и др.] ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. -4-е изд.. -М.: Юрайт, 20122014. -238, [1], с.: ил
5. Пузаков С. А. Сборник задач и упражнений по общей химии : учеб. пособие для вузов/ С. А. Пузаков, В. А. Попков, А. А. Филиппова. -5-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Юрайт, 2014 г=on-line, 254, [1]: табл.
6. Биологическая химия : учеб. пособие для вузов/ [Ю. Б. Филиппович [и др.] ; под ред. Н. И. Ковалевской. -4-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Академия, 2013. -1 о=эл. опт. диск (CDROM), 314, [1] с.: ил., рис., табл.
7. Верещагина В. А. Цитология : учеб. для вузов/ В. А. Верещагина. -Москва: Академия, 2012. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 172, [1] с.: ил., рис., табл.
8. Глинка Н. Л. Общая химия : учеб. пособие/ Н. Л. Глинка; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. -18-е изд., перераб. и доп.. -М.: Юрайт, 2011. -885, [3] с.: ил., табл.
9. Глинка Н. Л.. Общая химия : учеб. для акад. бакалавриата : в 2 т./ Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова Т. 1. -1 г=on-line, 746 с.

10. Грандберг И. И. Органическая химия : учеб. для бакалавров/ И. И. Грандберг, Н. Л. Нам. -8-е изд.. -М.: Юрайт, 2012. -608 с.
11. Ершов Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : учеб. для вузов/ Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд; под ред. Ю. А. Ершова. -10-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Юрайт, 2014 r=on-line, 559, [1]
12. Кудряшева Н. С. Физическая и коллоидная химия : учеб. и практикум для приклад. бакалавриата/ Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева; Сиб. Федер. ун-т. -2-е изд., перераб. и доп.. - Москва:
13. Хаханина Т. И. Неорганическая химия : учеб. пособие для СПО и приклад. бакалавриата/ Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, В. И. Гребенькова; Нац. исслед. ун-т. -Москва: Юрайт, 2015. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 287, [1] с.
14. Щукин Е. Д. Коллоидная химия : учеб. для бакалавров/ Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. -7-е изд., испр. и доп.. -М.: Юрайт, 2013. -443, [1] с.: ил., табл.

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

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

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

Программное обеспечение обучения включает в себя:

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

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

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

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

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

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

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электроника»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Чижма Сергей Николаевич, д.т.н., профессор

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

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В.Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Электроника».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Электроника».

Цель дисциплины: получение студентами широкого круга сведений из различных областей современной электроники, необходимых инженерам данного профиля в работе по квалифицированной эксплуатации изделий электронной техники; ознакомление студентов с особенностями построения и конструирования схем основных аналоговых и цифровых электронных устройств; обучение студентов схемотехническим решениям и методам, применяющихся в устройствах осуществляющих усиление, фильтрацию, генерацию и обработку сигналов; использовать в базовом объеме методы компьютерного моделирования электронных схем и устройств; освоение основных навыков ремонта электронного оборудования.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств	ПК-2.1. Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства ПК-2.2. Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства	Знать: - основы теории обработки сигналов и основные методы их преобразования; - основные методы проектирования, сборки, монтажа и демонтажа электронных приборов и устройств; - приборы и оборудование, предназначенное для контроля и измерения параметров сигналов и различных изделий; - способы борьбы с различного вида помехами, влияющими на работоспособность информационных устройств; - основные направления в разработке новейших микро- и нанотехнологий обработки аналоговых и цифровых сигналов. Уметь: - определять основные

		параметры сигнала на различных участках электронных схем; - пользоваться измерительной аппаратурой, предназначенной для контроля и испытаний информационных систем; - пользоваться технической литературой, учебными пособиями и другими источниками информации, предназначенной для анализа информационных систем; - составлять алгоритмы работы измерительных схем для проведения экспериментов по сбору данных; - измерять с заданной точностью параметры сигналов, выполнять технические расчеты в соответствии с методиками, строить графики и составлять отчеты по проведенным измерениям. Владеть: - методами контроля и диагностики электронных систем; - методами контроля технологических процессов с целью повышения качества выпускаемых отечественной промышленностью электронных устройств; - способами совершенствования технических навыков в работе с контрольно-измерительными приборами, применяемыми в информационных системах

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электроника» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным дисциплинам.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела

1	Тема 1. Основные понятия теории электрических цепей. Разновидности и параметры сигналов. Цепи постоянного и переменного токов. Трёхфазные цепи.	Основные термины теории цепей. Законы Кирхгофа. Закон Джоуля-Ленца. Основные элементы линейных электрических цепей. Эквивалентные преобразования в электрических цепях. Метод узловых потенциалов. Идея метода, его достоинства и недостатки. Составление системы уравнений метода по схеме цепи. Метод контурных токов. Идея метода, его достоинства и недостатки. Составление системы уравнений метода по схеме цепи. Баланс мощностей. Однофазные линейные электрические цепи синусоидального тока. Основные характеристики синусоидальных напряжений и токов и их измерение. Синусоидальный ток в сопротивлении, индуктивности и ёмкости. Последовательное и параллельное соединение r, L и C. Трёхфазные цепи синусоидального тока. Общая характеристика трёхфазных цепей. Источник трёхфазного напряжения. Соединение трёхфазного источника и нагрузки «звездой» и «треугольником». Расчёт симметричных и несимметричных трёхфазных цепей. Расчёт и измерение активной мощности в трёхфазных цепях. Переходные процессы. Основные понятия о переходных процессах в электрических цепях. Законы коммутации.
2	Тема 2. Полупроводниковые приборы. Диоды, биполярные и полевые транзисторы. Операционные усилители.	Устройство полупроводниковых диодов. Вольтамперная характеристика (ВАХ) полупроводникового диода, зависимость ВАХ от температуры. Разновидности полупроводниковых диодов, их параметры. Классификация и применение полупроводниковых диодов. Устройство и принцип работы биполярных транзисторов (БТ), их разновидности. Вольтамперные характеристики БТ в схемах включения с ОБ, ОЭ и их зависимость от температуры. Усилительные параметры БТ и их определение по ВАХ. Эквивалентные схемы замещения БТ (малосигнальные). Устройство и принцип работы полевых транзисторов, их разновидности. Вольтамперные характеристики полевых транзисторов разных видов и их зависимость от температуры. Усилительные параметры (ПТ) и их определение по характеристикам. Эквивалентная схема замещения ПТ (малосигнальная). Понятие операционного усилителя (ОУ). Схемотехника ОУ. Параметры и характеристики ОУ. Разновидности ОУ.

3	Тема 3. Усилители электрических сигналов. Обратные связи в усилителях. Генераторы электрических колебаний.	Разновидности усилителей. Параметры и характеристики усилителей. Виды обратных связей в усилителях. Влияние обратных связей на работу усилителей. Транзисторные усилители. Многокаскадные усилители. Усилители с общим эмиттером. Усилители мощности. Усилители постоянного тока. Дифференциальные усилители. Усилители на ОУ. Инвертирующие, неинвертирующие усилители. Активные фильтры. Интеграторы и дифференциаторы. Нелинейные звенья на ОУ. Условия возбуждения автоколебаний. Генераторы гармонических колебаний с RC-цепями с мостом Вина. генераторы прямоугольных колебаний. Кварцевая стабилизация частоты.
4	Тема 4. Источники вторичного электропитания. Непрерывные и импульсные стабилизаторы напряжения.	Источники вторичного электропитания с трансформаторным и бестрансформаторным входом. Параметры, характеристики. Структура стабилизаторов напряжения. Схемная реализация непрерывных и импульсных стабилизаторов напряжения. Обратноходовые стабилизаторы напряжения.
5	Тема 5. Цифровые микросхемы. Микросхемы ТТЛ и КМОП.	Понятие и параметры цифровых сигналов. Разновидности логических элементов. Цифровые микросхемы. Согласование логических микросхем. Алгебра логики. Логические преобразования. Дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы. Карты Карно и диаграммы Вейча. Схемотехника и параметры микросхем ТТЛ. Применение. Три типа выходов микросхем ТТЛ. Микросхемы ТТЛШ. Схемотехника и параметры микросхем КМОП. Применение. Три типа выходов микросхем ТТЛ.
6	Тема 6. Комбинационные логические схемы. Шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, демультиплексоры. Сумматоры. Арифметическо-логические устройства.	Шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, демультиплексоры, преобразователи кодов. Микросхемы для выполнения арифметических операций. Сумматоры, вычитатели, умножители матричного типа. Арифметически-логические устройства.

7	Тема 7. Последовательностные логические схемы. Триггеры, счетчики, регистры. Программируемые интегральные логические схемы.	Разновидности, области применения триггеров. RS, JK, D, T-триггеры. Разновидности счетчиков. Двоичные, двоично-десятичные, с переменным основанием. Суммирующие, вычитающие, реверсивные. Регистры параллельные, сдвиговые, универсальные. Программируемые интегральные логические схемы. Классификация, области применения. ПЛИС типа FPGA, CPLD, SoC. Методы, программные и аппаратные средства разработки цифровых узлов на логических интегральных схемах и ПЛИС.
8	Тема 8. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.	Общие понятия аналого-цифрового преобразования. Дискретизация, квантование, кодирование. Статические и динамические параметры и погрешности. АЦП. Обобщенная структура АЦП. АЦП параллельные, последовательные, поразрядного уравнивания, конвейерные, типа «сигма-дельта». Общие понятия цифро-аналогового преобразования. Статические и динамические параметры и погрешности. ЦАП. Обобщенная структура ЦАП. ЦАП с суммированием весовых токов, R-2R, строковые, сегментированные, цифровые потенциометры, ЦАП прямого цифрового синтеза.

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

Тема 1. Основные понятия теории электрических цепей.

Тема 2. Полупроводниковые приборы.

Тема 3. Усилители электрических сигналов. Генераторы электрических колебаний.

Тема 4. Источники вторичного электропитания.

Тема 5. Цифровые микросхемы.

Тема 6. Комбинационные логические схемы.

Тема 7. Последовательностные логические схемы.

Тема 8. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Пассивные интегрирующие и дифференцирующие цепи.

Фильтры низких частот, фильтры высоких частот, полосно-заграждающие фильтры, полосно-пропускающие фильтры, интегрирующие цепи, дифференцирующие цепи.

1. Выпрямители на полупроводниковых диодах.

Однополупериодные выпрямители. Двухполупериодные выпрямители мостового типа. Двухполупериодные выпрямители со средней точкой. Сглаживание пульсаций в выпрямителях.

2. Усилитель на биполярном транзисторе с общим эмиттером. Точка покоя транзисторных усилителей и методы ее задания. Классы усиления транзисторов в усилителях: А, В, АВ, С, D, Е. Обратные связи в усилителях.

3. Усилители на операционных усилителях.

Операционные усилители. Параметры, характеристики. Инвертирующие и неинвертирующие усилители. Повторители. Суммирующие усилители. Дифференциальные усилители. Временные и частотные характеристики усилителей. Идеальный усилитель.

4. Компараторы на операционных усилителях.

Инвертирующие и неинвертирующие компараторы. Параметры и характеристики компараторов. Идеальный компаратор. Компараторы на интегральных микросхемах. Компаратор с гистерезисом (триггер Шмитта).

5. Исследование логических схем.

Цифровые микросхемы. Микросхемы ТТЛ и КМОП. Три типа выходов цифровых микросхем. Параметры и характеристики цифровых микросхем. Микросхемы типа И, ИЛИ, НЕ, Исключающее ИЛИ.

6. Шифраторы и дешифраторы.

Полные и неполные шифраторы и дешифраторы. Приоритетные шифраторы. Применение шифраторов для преобразования кодов.

7. Мультиплексоры и демультиплексоры.

Основы построения мультиплексоров и демультиплексоров. Мультиплексоры и демультиплексоры на интегральных микросхемах малой степени интеграции. Мультиплексоры и демультиплексоры на специализированных микросхемах. Таблицы истинности. Временные диаграммы. Каскадирование мультиплексоров.

8. Триггеры.

Асинхронные и синхронные триггеры. Статические и динамические триггеры. Одно- и двухтактные триггеры. Триггеры типа RS, JK, D, T.

9. Параллельные и сдвиговые регистры.

Разновидности регистров: параллельные, сдвиговые, универсальные. Принципы организации регистров. Функции регистровых схем. Преобразование последовательных интерфейсов в параллельные и наоборот с помощью регистров. Регистры на интегральных микросхемах.

10. Исследование счетчиков.

Счетчики двоичные, двоично-десятичные, с произвольны и переменным модулем счета. Счетчики суммирующие, вычитающие, реверсивные. Счетчики с последовательным, параллельным, комбинированным и кольцевым переносом.

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторной работы
1	<i>Исследование электрических цепей</i>	<i>Электрические цепи постоянного тока. Электрические цепи переменного тока. Переходные процессы. Трехфазные цепи</i>
2	<i>Исследование полупроводниковых приборов</i>	<i>Исследование полупроводниковых диодов. Исследование биполярных транзисторов. Исследование полевых транзисторов</i>
3	<i>Исследование транзисторных усилителей</i>	<i>Исследование транзисторных усилителей. Исследование усилителей на ОУ. Генераторы гармонических и импульсных колебаний на ОУ</i>
4	<i>Исследование источников питания</i>	<i>Исследование источников питания. Исследование непрерывных и импульсных стабилизаторов напряжения</i>
5	<i>Исследование цифровых микросхем</i>	<i>Цифровые сигналы. Исследование логических элементов. Определение электрических параметров микросхем ТТЛ и КМОП типов</i>
6	<i>Исследование комбинационных логических схем</i>	<i>Исследование шифраторов и дешифраторов, мультиплексоров, демультиплексоров, сумматоров</i>
7	<i>Исследование последовательностных логических схем</i>	<i>Исследование триггеров, счетчиков и регистров</i>
8	<i>Исследование АЦП и ЦАП</i>	<i>Исследование аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей</i>

Требования к самостоятельной работе студентов

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

- Тема 1. Основные понятия теории электрических цепей.
- Тема 2. Полупроводниковые приборы.
- Тема 3. Усилители электрических сигналов. Генераторы электрических колебаний.
- Тема 4. Источники вторичного электропитания.
- Тема 5. Цифровые микросхемы.
- Тема 6. Комбинационные логические схемы.
- Тема 7. Последовательностные логические схемы.
- Тема 8. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.

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

1. Основные понятия теории электрических цепей.

Эквивалентные преобразования «звезды» в «треугольник» и обратно. Баланс мощностей. Математические действия с комплексными числами. Переходы в разные формы представления комплексных чисел. Сложение и вычитание векторов на комплексной плоскости.

2. Полупроводниковые приборы.

Разновидности диодов. Моделирование выпрямительных схем.

3. Усилители электрических сигналов. Генераторы электрических колебаний.

Моделирование усилителей электрических сигналов на биполярных и полевых транзисторах и ОУ

4. Источники вторичного электропитания.

Повышающие, понижающие, инвертирующие преобразователи. Импульсные источники питания.

5. Цифровые микросхемы.

Преобразования двоичных чисел в десятичные и обратно. Логические преобразования. Использование диаграмм Вейча и карт Карно.

6. Комбинационные логические схемы.

Моделирование комбинационных логических схем.

7. Последовательностные логические схемы.

Моделирование последовательностных логических схем.

8. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.

9. Моделирование аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей.

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

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

в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1. Основные понятия теории электрических цепей. Разновидности и параметры сигналов. Цепи постоянного и переменного токов. Трёхфазные цепи.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 2. Полупроводниковые приборы. Диоды, биполярные и полевые транзисторы. Операционные усилители.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 3. Усилители электрических сигналов. Обратные связи в усилителях. Генераторы электрических колебаний.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 4. Источники вторичного электропитания. Непрерывные и импульсные стабилизаторы напряжения.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 5. Цифровые микросхемы. Микросхемы ТТЛ и КМОП.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 6. Комбинационные логические схемы. Шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, демультиплексоры. Сумматоры. Арифметическо-логические устройства.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 7. Последовательностные логические схемы. Триггеры, счетчики, регистры. Программируемые интегральные логические схемы.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Тема 8. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Тестирование, выполнение и защита лабораторных работ</i>

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

Типовые тестовые задания

Примеры.

Тестовая карточка № 1 (этап №1)

1. Частота волны переменного тока обратно пропорциональна:
 - a. Амплитуде
 - b. Току
 - c. Сопротивлению
 - + d. Периоду
 - e. Пиковому напряжению
2. Какие из последующих уравнений несправедливы в отношении закона Ома?
 - a. $I = E / R$
 - b. $R = E / I$
 - c. $E = IR$
 - + d. $E = I / R$
 - e. Все вышеупомянутые уравнения справедливы
3. Цифровые сигналы отличаются от дискретных сигналов тем, что:
 - a. Имеют ограничение по частотному диапазону
 - b. Ничем
 - c. В цифровых сигналах информация передается с помощью амплитуды, длительности импульсов, частоты, длительности фронтов импульсов
 - d. Имеют только одну полярность напряжения
 - + e. Информацию передают только чередованием низких и высоких уровней напряжения (тока), величина которых заранее определена
4. Эффективное напряжение сети переменного тока в России UЭФФ составляет 220 В. Чему равно амплитудное значение напряжения UМ ?
 - a. $U_M = 2 U_{ЭФФ}$
 - b. $U_M = U_{ЭФФ}$
 - + c. $U_M = \sqrt{2} U_{ЭФФ}$
 - d. $U_M = U_{ЭФФ} / \sqrt{2}$
 - e. Для сети 220 В амплитудное значение напряжения не используется
5. Скважность последовательности прямоугольных импульсов Q равна (Т – период повторения импульсов, tИ – длительность импульса, tП – длительность паузы):
 - a. $Q = tИ + tП$
 - + b. $Q = T / tИ$
 - c. $Q = tИ / tП$
 - d. $Q = tИ / T$
 - e. $Q = T - tИ$

Тестовая карточка № 2 (этап №1)

6. Коэффициент передачи линейной цепи составляет + 20 дБ. Если амплитуда входного сигнала равна 1В, амплитуда выходного сигнала равна:
 - + a. 10В
 - b. 1В
 - c. 0,1В

d. 200В

e. 20В

7. В электрической цепи переменного тока находится конденсатор. Ток через конденсатор:

a. Запаздывает по фазе относительно напряжения

b. Фазовый сдвиг отсутствует

c. На низких частотах ток опережает напряжение, на высоких частотах - наоборот

d. На низких частотах напряжение опережает ток, на высоких - наоборот

+ e. Опережает напряжение

8. В электрической цепи переменного тока находится катушка индуктивности. Ток через катушку индуктивности:

+ a. Запаздывает по фазе относительно напряжения

b. Фазовый сдвиг отсутствует

c. На низких частотах ток опережает напряжение, на высоких частотах - наоборот

d. На низких частотах напряжение опережает ток, на высоких - наоборот

e. Опережает напряжение

9. Фильтр верхних частот – это цепь, которая:

a. Пропускает низкочастотный сигнал, подавляет высокочастотный сигнал

+ b. Пропускает высокочастотный сигнал, подавляет низкочастотный сигнал

c. Пропускает сигнал только в узкой полосе высоких частот

d. Пропускает одинаково сигналы во всей области частот, но осуществляет

положительный сдвиг фазы выходного сигнала в области высоких частот

e. Пропускает только постоянную составляющую сигнала

10. Фильтр нижних частот при подаче на него прямоугольных импульсов работает как:

a. Дифференцирующая цепь

b. Цепь для устранения постоянной составляющей

c. Идеальный интегратор

+ d. Интегрирующая цепь

e. Цепь для добавления постоянной составляющей

Тестовая карточка № 3 (этап 1)

11. Какое преимущество имеет однополупериодная схема выпрямления по сравнению с двухполупериодной схемой в определенных условиях?

+ a. Однополупериодная схема дешевле

b. Однополупериодная схема создает выходной сигнал, который легче фильтровать

c. Однополупериодная схема имеет лучшую регулировку напряжения

d. Однополупериодная схема позволяет применять диода с меньшей граничной частотой

e. Все вышеупомянутые факторы

12. Сколько диодов обычно имеет двухполупериодный мостовой выпрямитель?

Допустим, что нет необходимости соединять диоды последовательно или параллельно для увеличения значений напряжения или тока.

a. Один

b. Два

- c. Три
 - + d. Четыре
 - e. Пять
- 13. Что такое варикап?
 - + a. Диод, емкость которого регулируется напряжением
 - b. Стабилитрон
 - c. Запираемый тиристор
 - d. Выпрямительный диод
 - e. Полевой транзистор с индуцированным каналом
- 14. Для чего в схеме мостового выпрямителя на диодах используется конденсатор?
 - a. Для удвоения выходного напряжения
 - + b. Для сглаживания пульсаций
 - c. Для защиты от перенапряжений
 - d. Для защиты от короткого замыкания
 - e. Для защиты диодов выпрямительного моста
- 15. Выпрямительные диоды не используются на высоких частотах, потому что:
 - a. Велик ток утечки через запертый p-n переход
 - b. Происходит превышение обратного напряжения диода
 - c. Диод попадает в режим лавинного пробоя
 - d. Диод попадает в режим туннельного пробоя
 - + e. Велика площадь p-n перехода и, соответственно, емкость диода

Тестовая карточка № 4 (этап 1)

- 16. При какой полярности напряжения анод-катод стабилитрон находится на рабочем участке вольтамперной характеристики?
 - + a. $U_{AK} < 0$, стабилитрон смещен в обратном направлении
 - b. $U_{AK} > 0$, стабилитрон смещен в прямом направлении
 - c. $U_{AK} = 0$
 - d. Полярность напряжения не играет роли
 - e. Стабилитрон работает только при переменном сигнале
- 17. Можно ли включать последовательно два стабилитрона?
 - a. Нет, так как при этом увеличивается мощность, рассеиваемая на стабилитронах
 - b. Нет, так как напряжения стабилизации не могут точно совпадать у разных стабилитронов
 - + c. Да, т.к. при этом напряжение стабилизации равно сумме напряжений стабилизации двух стабилитронов
 - d. Да, т.к. при этом суммарный ток и допустимая рассеиваемая мощность увеличиваются в два раза
 - e. Да, т.к. при этом увеличится коэффициент стабилизации схемы
- 18. Тиристоры предназначены для:
 - a. Усиления слабых сигналов
 - + b. Переключения больших токов
 - c. Удвоения частоты в промышленных сетях
 - d. Защиты от коротких замыканий

- е. Защиты от перенапряжений
19. Фотодиод в фотогенераторном режиме:
- а. Создает переменный ток непосредственно из видимого света
 - + б. Создает постоянный ток непосредственно из видимого света
 - с. Преобразует переменный ток непосредственно в видимый свет
 - д. Преобразует постоянный ток непосредственно в видимый свет
 - е. Преобразует радиоволны переменный ток
20. Оптрон –это:
- а. Фотодиод, работающий в режиме светодиода
 - б. Элемент солнечной батареи
 - + в. Полупроводниковый прибор, в котором объединены источник и приемник излучения
 - д. Излучающий полупроводниковый прибор, объединяющий в одном корпусе несколько светодиодов с разным цветом излучения
 - е. Фотодиод, работающий в инфракрасном диапазоне излучения

Типовые методические указания к лабораторным работам

Примеры

Лабораторная работа

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИОДОВ, НЕУПРАВЛЯЕМОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ И ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СТАБИЛИЗАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ

Цель работы: изучение характеристик и параметров диодов – выпрямительных, Шоттки, стабилитронов и светодиодов.

1.1 Описание лабораторной установки

При выполнении работы используются следующие модули: «диоды», «мультиметры», «миллиамперметры», а также двухканальный осциллограф.

Лицевая панель модуля «диоды» представлена на рис. 1.1.

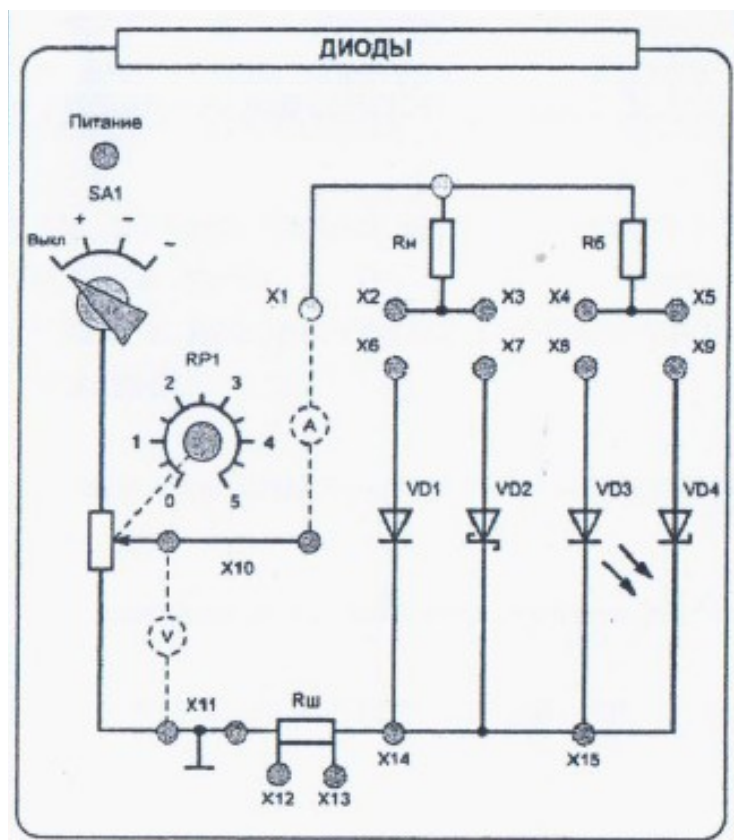


Рис.1.1. Внешний вид лицевой панели модуля «диоды»

На ней приведена мнемосхема и установлены коммутирующие и регулирующие элементы. На мнемосхеме изображены: выпрямительный диод $VD1$, диод Шоттки $VD2$, светодиод $VD3$, стабилитрон $VD4$, потенциометр $RP1$ для изменения подаваемого напряжения, резистор $R_n=150$ Ом и балластный резистор $R_b=1,1$ кОм. Резистор R_n используется в качестве ограничивающего ток при снятии характеристик и в качестве сопротивления нагрузки при исследовании выпрямителя. Переключатель $SA1$ предназначен для включения переменного или постоянного напряжения (положительного или отрицательного), а также выключения питания модуля. Шунт $R_{ш}=10$ Ом служит для осциллографирования сигнала, пропорционального току через диод. На передней панели размещены также гнезда для осуществления внешних соединений ($X1 - X15$).

Питание модуля осуществляется от источников сетевого переменного ~ 220 В или постоянного напряжения ± 15 В.

1.2. Задание и методические указания

Предварительное домашнее задание:

а) изучить тему курса «Полупроводниковые диоды» и содержание данной работы, быть готовым ответить на все контрольные вопросы;

б) начертить схему для снятия вольт/амперной характеристики (ВАХ) выпрямительного диода на постоянном токе и схему для исследования параметрического стабилизатора;

в) начертить схему для снятия ВАХ выпрямительного диода на переменном токе и схему для исследования светодиода;

г) начертить схему для снятия ВАХ стабилитрона на переменном токе и схему для исследования выпрямителя;

д) построить в масштабе временные диаграммы переменного синусоидального напряжения u_n , анодного тока i_a и напряжения на вентиле u_a . Амплитудное значение U_m переменного напряжения задать равным 10 В. Вентиль считать идеальным.

е) для идеализированной ВАХ стабилитрона построить линию нагрузки, если напряжение стабилизации стабилитрона $U_{ст}=6,8$ В, его дифференциальное сопротивление r_d на участке стабилизации равно нулю, напряжение питания $U_n = 10$ В. Определить ток I_0 через балластный резистор;

ж) для светодиода определить величину балластного сопротивления R_0 , если максимально возможный ток через светодиод $I_{max}=10$ мА, пороговое напряжение светодиода $U_0=2$ В, напряжение питания $U_n = 10$ В.

1.3. Экспериментальное исследование полупроводникового диода

Порядок выполнения работы следующий:

а) собрать схему для исследования полупроводникового диода на постоянном токе (рис. 1.2).

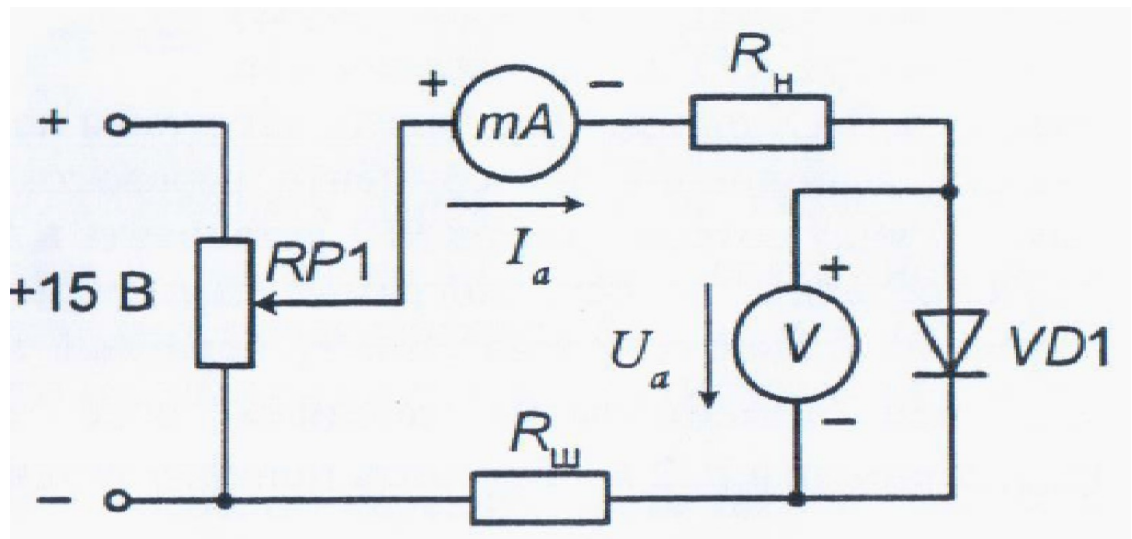


Рис.1.2. Схема для исследования диода на постоянном токе

Соединить перемычкой гнезда X2 – X6. Для измерения анодного тока включить многопредельный миллиамперметр (модуль «миллиамперметры») на предел «x1000» (максимальный ток 100 мА) между гнездами X1 – X10. Для измерения анодного напряжения между гнездами X3, X14 включить мультиметр на предел «2 В», при больших напряжениях перейти на предел «20 В». Переключить тумблер SA1 в положение «+»;

б) снять по точкам ВАХ выпрямительного диода на постоянном токе. Для этого потенциометром RP1 изменять напряжение на входе, фиксируя анодный ток I_a , анодное напряжение U_a на диоде VD1. ВАХ снимать сначала для прямой, а затем обратной ветви, установив переключатель SA1 на «–». После выполнения эксперимента перевести переключатель SA1 в положение «Выкл». Ручку потенциометра RP1 установить в положение «0»;

в) по построенной ВАХ определить основные параметры диода: пороговое напряжение U_0 , дифференциальное сопротивление r_d , обратный ток $I_{обр}$, прямое падение напряжения U_{amax} при максимальном анодном токе I_{amax} ;

г) собрать схему для исследования выпрямительного диода на переменном токе с целью получения ВАХ диода на экране осциллографа (рис. 1.3).

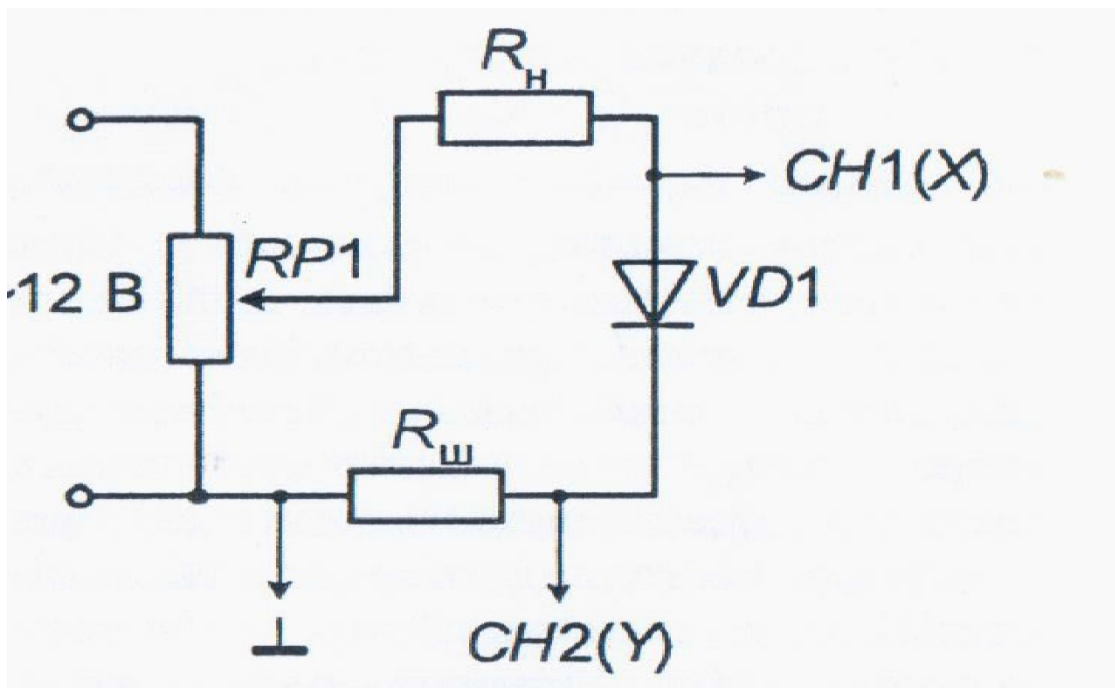


Рис. 1.3. Схема исследования выпрямительного диода на переменном токе

Вход $CH2$ (Y) осциллографа подключить к шунту $R_{ш}$ (гнездо $X13$), а корпус осциллографа « $\perp$ » соединить с гнездом $X12$. Вход $CH1$ (X) подключить к гнезду $X3$. При этом осциллограф должен быть переведен в режим Y/X (кнопка меню «дисплей», подменю «формат»). Подать питание – переключатель $SA1$ установить в положение « $\sim$ ». Светящуюся точку на экране осциллографа поместить в середину экрана. Вращать ручку потенциометра $RP1$ до положения «5». Зарисовать ВАХ диода. Определить масштабы по току и напряжению.

После выполнения эксперимента перевести переключатель $SA1$ в положение «выкл». Ручку потенциометра $RP1$ установить в положение «0».

д) определить по осциллограмме параметры диода: пороговое напряжение U_0 , дифференциальное сопротивление r_d , обратный ток $I_{обр}$, прямое падение напряжения U_{amax} при максимальном анодном токе I_{amax} . Сравнить с параметрами, определенными в п. 1.2 в, объяснить причину различий.

1.4. Экспериментальное исследование однополупериодного выпрямителя на диоде

Порядок выполнения работы:

а) собрать схему выпрямителя (рис. 1.3) – это не потребует никаких переключений на модуле. Переключатель развертки осциллографа перевести на временную развертку. Установить синхронизацию от сети. На экране осциллографа можно наблюдать осциллограммы анодного тока I_a и напряжения на диоде u_a ;

б) исследовать выпрямитель, для этого на входе установить напряжение с амплитудой $U_m = 10$ В. Измерение напряжения производить при помощи осциллографа, подключив вход $CH2$ осциллографа к гнезду $X10$, а корпус осциллографа « $\perp$ » – к гнезду $X12$. Канал $CH1$ осциллографа рекомендуется отключить от модуля;

в) снять осциллограммы напряжения на диоде u_a (вход $CH1$ осциллографа подключить к гнезду $X3$) и анодного тока i_a (вход $CH2$ осциллографа подключить к гнезду $X13$, а корпус осциллографа « $\perp$ » уже соединен с гнездом $X12$). Переключить осциллограф в двухканальный режим развертки во времени. Скопировать временные осциллограммы. Снять осциллограмму напряжения на нагрузке u_n . Для этого корпус осциллографа

подключить к гнезду $X3$, а вход канала $CH2$ к гнезду $X1$ (не забудьте определить масштабы по току и напряжению).

После завершения эксперимента перевести переключатель $SA1$ в положение «выкл». Ручку потенциометра $RP1$ установить в положение «0».

1.5. Экспериментальные исследования диода Шоттки

Порядок выполнения работы:

а) собрать схему для исследования диода Шоттки на постоянном токе (рис. 1.4).

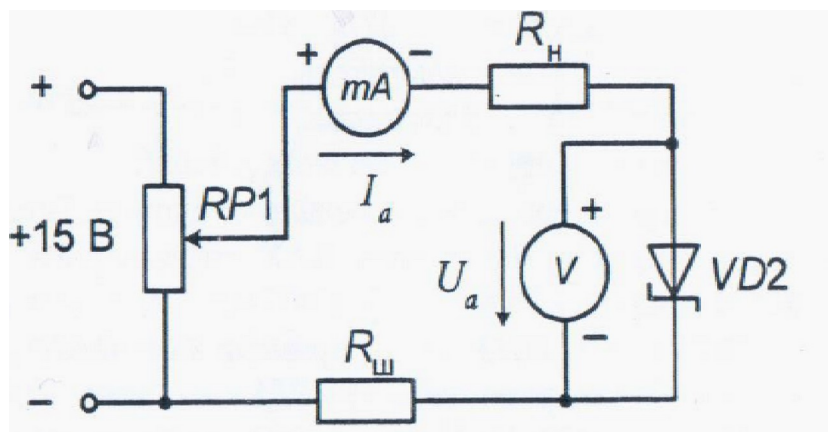


Рис. 1.4. Схема исследования диода Шоттки на постоянном токе

Соединить перемычкой гнезда $X3$, $X7$. Для измерения анодного тока включить многопредельный миллиамперметр (модуль «миллиамперметры») на пределе « $\times 1000$ » (максимальный ток – 100 мА) между гнездами $X1$ – $X10$. Для измерения анодного напряжения между гнездами $X2$ – $X14$ включить мультиметр на пределе «2 В», при больших напряжениях перейти на пределе «20 В». Переключить тумблер $SA1$ в положение «+»;

б) снять по точкам ВАХ диода Шоттки на постоянном токе. Для этого потенциометром $RP1$ изменять напряжение на входе, фиксируя анодный ток I_a и анодное напряжение U_a на диоде $VD2$. ВАХ снять сначала для прямой, затем для обратной ветви, установив переключатель $SA1$ на «–». При смене ветви не забыть изменить полярности миллиамперметра и вольтметра и их пределы измерения.

После завершения эксперимента перевести переключатель $SA1$ в положение «выкл». Ручку потенциометра $RP1$ установить в положение «0».

в) по построенной ВАХ определить основные параметры диода Шоттки: пороговое напряжение U_0 , дифференциальное сопротивление r_d , обратный ток $I_{обр}$, прямое падение напряжения U_{amax} при максимальном анодном токе I_{amax} . Сравнить с параметрами выпрямительного диода.

1.6. Экспериментальное исследование стабилитрона

Порядок выполнения работы:

а) собрать схему для исследования стабилитрона $VD4$ на переменном токе (рис. 1.5).

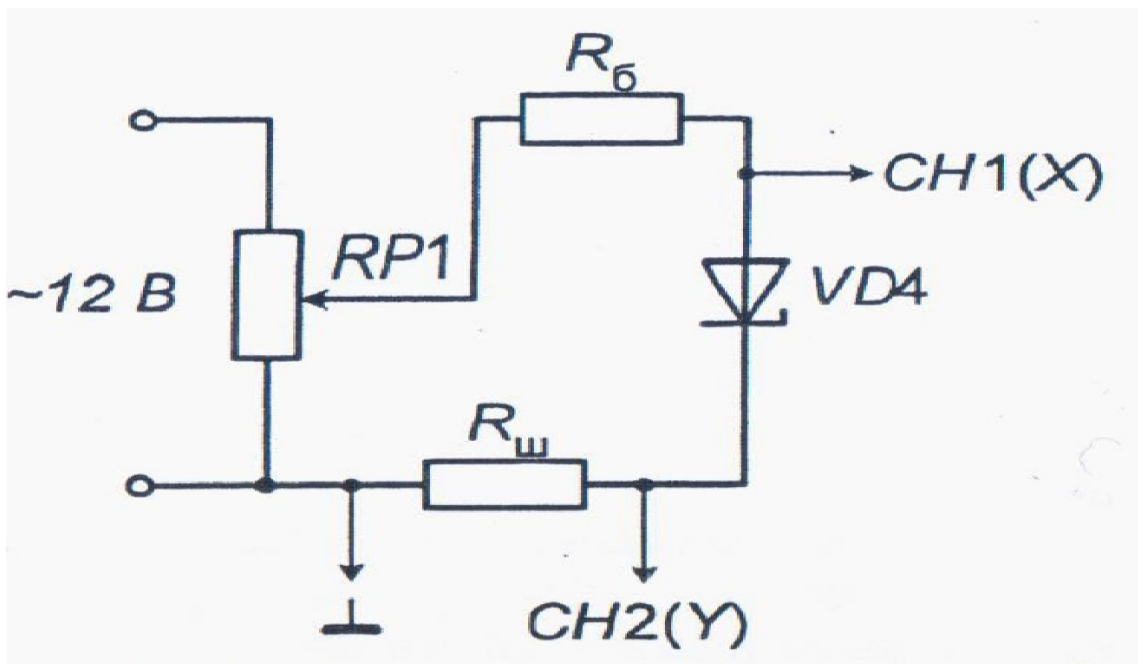


Рис. 1.5. Схема для исследования стабилитрона

Соединить перемычкой гнезда $X5 - X9$. Вход $CH2 (Y)$ осциллографа подключить к шунту $R_{ш}$ (гнездо $X13$), а корпус осциллографа « $\perp$ » соединить с гнездом $X12$. Вход $CH1 (X)$ осциллографа подключить к гнезду $X4$. При этом осциллограф должен быть переведен в режим Y/X . Подать питание – переключатель $SA1$ установить в положение « $\sim$ ». Светящуюся точку поместить в центр экрана. Вращать ручку потенциометра $RP1$ до положения «5». Зарисовать ВАХ стабилитрона, определить масштабы по току и напряжению.

После завершения эксперимента перевести переключатель $SA1$ в положение «выкл». Ручку потенциометра $RP1$ установить в положение «0».

б) по снятой ВАХ определить напряжение стабилизации $U_{ст}$ стабилитрона и дифференциальное сопротивление r_d на участке стабилизации.

1.7. Экспериментальное исследование параметрического стабилизатора

Порядок выполнения работы:

а) собрать схему параметрического стабилизатора напряжения (рис. 1.6).

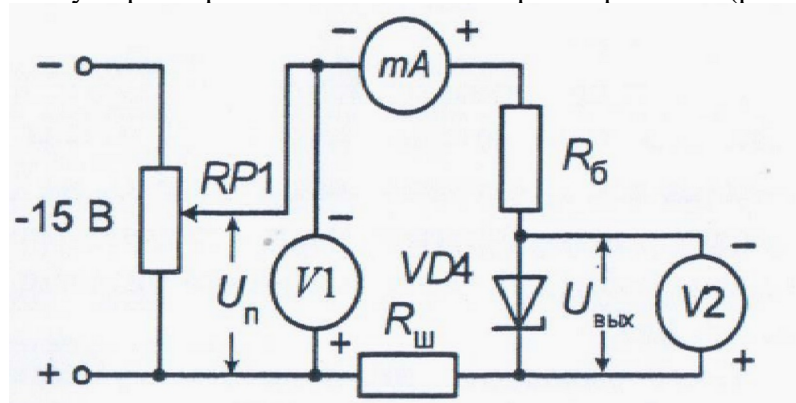


Рис. 1.6. Схема исследования параметрического стабилизатора

Включить вольтметры измерительного модуля на вход и выход стабилизатора, соответственно между гнездами $X10 - X11$ и $X4 - X15$. Подать постоянное напряжение переключателем $SA1$ (обратите внимание на полярность входного напряжения, рис. 1.6).

б) снять и построить зависимость выходного напряжения от напряжения источника питания $U_{вых} = f(U_{п})$. Для этого, изменяя потенциометром напряжение питания $U_{п}$ на входе

стабилизатора, измерять соответствующее ему выходное напряжение $U_{\text{вых}}$. Определить напряжение стабилизации стабилизатора $U_{\text{вых}}$. Сравнить его с напряжением $U_{\text{ст}}$, найденным в п. 1.6.

После завершения эксперимента перевести переключатель $SA1$ в положение «выкл». Ручку потенциометра $RP1$ установить в положение «0».

в) определить коэффициент стабилизации стабилизатора $K_{\text{ст}}$ и выходное сопротивление $R_{\text{вых}}$ на участке стабилизации.

$$K_{\text{ст}} = \frac{\Delta U_{\text{п}}}{\Delta U_{\text{вых}}}; R_{\text{вых}} = r_{\text{д}}. \quad (1.1)$$

1.8. Экспериментальное исследование светодиода

Порядок выполнения работы:

а) собрать схему для исследования светодиода на постоянном токе (рис. 1.7).

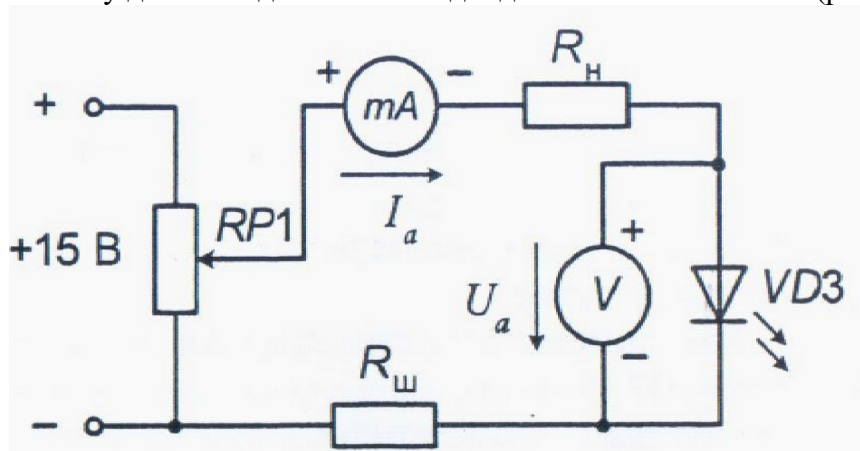


Рис. 1.7. Схема для исследования светодиода

Соединить перемычкой гнезда $X4 - X8$. Для измерения анодного тока включить многопредельный миллиамперметр (модуль «миллиамперметры») на пределе «x100» (максимальный ток 10 мА) между гнездами $X1 - X10$. Для измерения анодного напряжения между гнездами $X5 - X15$ включить вольтметр. Переключить тумблер $SA1$ в положение «+»;

б) снять по точкам ВАХ светодиода на постоянном токе. Для этого, вращая ручку потенциометра $RP1$ до положения «5», изменять напряжение на входе, фиксируя ток $I_{\text{а}}$ и анодное напряжение $U_{\text{а}}$ на светодиоде $VD3$.

Снимать только прямую ветвь ВАХ светодиода. Записать значение анодного тока $I_{\text{а}}$, при котором становится заметным свечение.

1.9. Содержание отчета

- наименование и цель работы;
- принципиальные электрические схемы для выполненных экспериментов;
- результаты экспериментальных исследований и проведенных по ним расчетов, помещенные в соответствующие таблицы;
- экспериментально снятые и построенные характеристики;
- обработанные осциллограммы;
- выводы по работе. Обязательно ответить на контрольные вопросы 7, 12–15, указать причины отличий результатов, полученных на постоянном токе и с помощью осциллографа.

1.10. Контрольные вопросы

- 1) Чем отличаются полупроводники типа p и n?
- 2) Каковы свойства p-n перехода?
- 3) Объясните вид ВАХ p-n перехода.
- 4) Как снять по точкам ВАХ диода?
- 5) Как снять ВАХ диода с помощью осциллографа?
- 6) Поясните вид ВАХ стабилитрона.
- 7) В чем отличие ВАХ выпрямительного диода, диода Шоттки, стабилитрона и светодиода?
- 8) Как работает неуправляемый выпрямитель?
- 9) Как и для чего строят временные диаграммы токов и напряжений в схеме выпрямителя?
- 10) Как работает параметрический стабилизатор напряжения? Для чего служит балластный резистор?
- 11) Как изменится напряжение на выходе стабилизатора при повышении температуры?
- 12) При каком минимальном напряжении на входе стабилизатора еще возможна стабилизация напряжения?
- 13) От какого параметра зависит качество стабилизации напряжения?
- 14) От чего зависит яркость свечения светодиода?
- 15) Какой элемент обязателен в схеме индикатора на светодиоде почему?
- 16) Каким образом на экране осциллографа получают изображение функциональной зависимости двух напряжений, напряжения и тока?
- 17) Каким образом на экране осциллографа получается изображение периодической функции времени?

Лабораторная работа

ИССЛЕДОВАНИЕ БИПОЛЯРНОГО ТРАНЗИСТОРА И ТРАНЗИСТОРНОГО УСИЛИТЕЛЬНОГО КАСКАДА

Цель работы: изучение характеристик и режимов работы биполярного транзистора и усилительного каскада с общим эмиттером.

4.1 Описание лабораторной установки

В комплект лабораторной установки входят модули «Транзисторы», «Функциональный генератор», «Миллиамперметры», «Мультиметры» и двухканальный осциллограф.

Лицевая панель модуля «Транзисторы» представлена на рис. 4.1. На ней приведена мнемосхема и установлены коммутирующие и регулирующие элементы. Тумблер «Питание» предназначен для подачи питающего напряжения на модуль «Транзисторы», при включении которого указывает световой индикатор. На мнемосхеме модуля изображены: биполярный транзистор $VT1$, потенциометр $RP1$ для регулирования напряжения, подаваемого на базу транзистора, токоограничивающий резистор $R1$, резистор нагрузки $R2$, величина сопротивления которого задается переключателем $SA1$. Величины сопротивлений, соответствующие положениям переключателя, приведены в табл. 1.

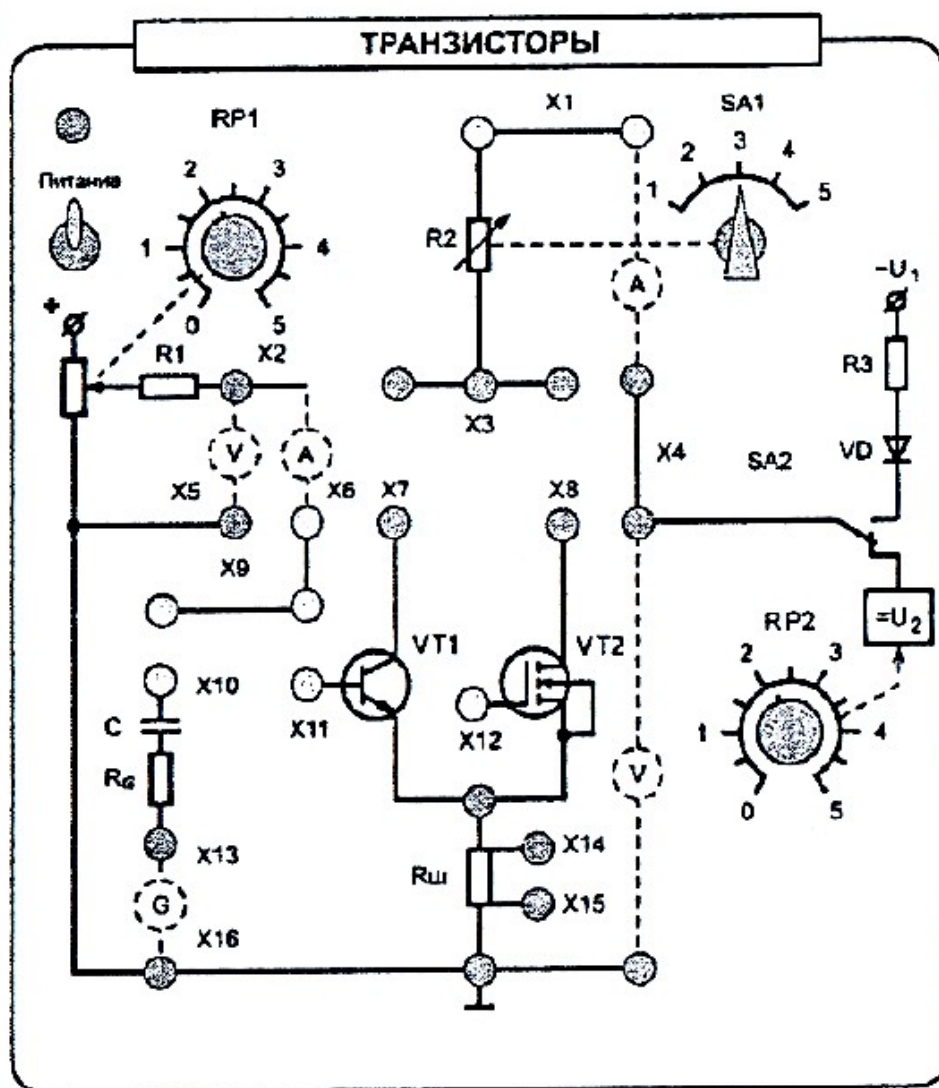


Рис. 4.1. Модуль транзисторов

Таблица 4.1. Сопротивления резистора R2

№ позиции	1	2	3	4	5
Сопротивление R2, кОм	1	1,2	1,5	1,8	2,4

Величина постоянного напряжения, подаваемого на коллектор, регулируется потенциометром $RP2$. Переключатель $SA2$ предназначен для включения переменного или постоянного напряжения. Для подачи на коллектор только положительных полуволн переменного напряжения служит диод VD . Ток в коллекторной цепи ограничивает резистор $R3$. Резистор R_G имитирует внутреннее сопротивление источника входного сигнала. Конденсатор C исключает разделяет входные источники переменного и постоянного напряжения. Шунт $R_{ш}=50$ Ом является датчиком эмиттерного тока и служит для осциллографирования сигнала. На передней панели размещены также гнезда для осуществления внешних соединений ($X1 - X16$).

4.2. Экспериментальное исследование характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером (ОЭ)

Порядок выполнения работы следующий:

а) собрать схему для снятия характеристик биполярного транзистора (рис. 4.2).

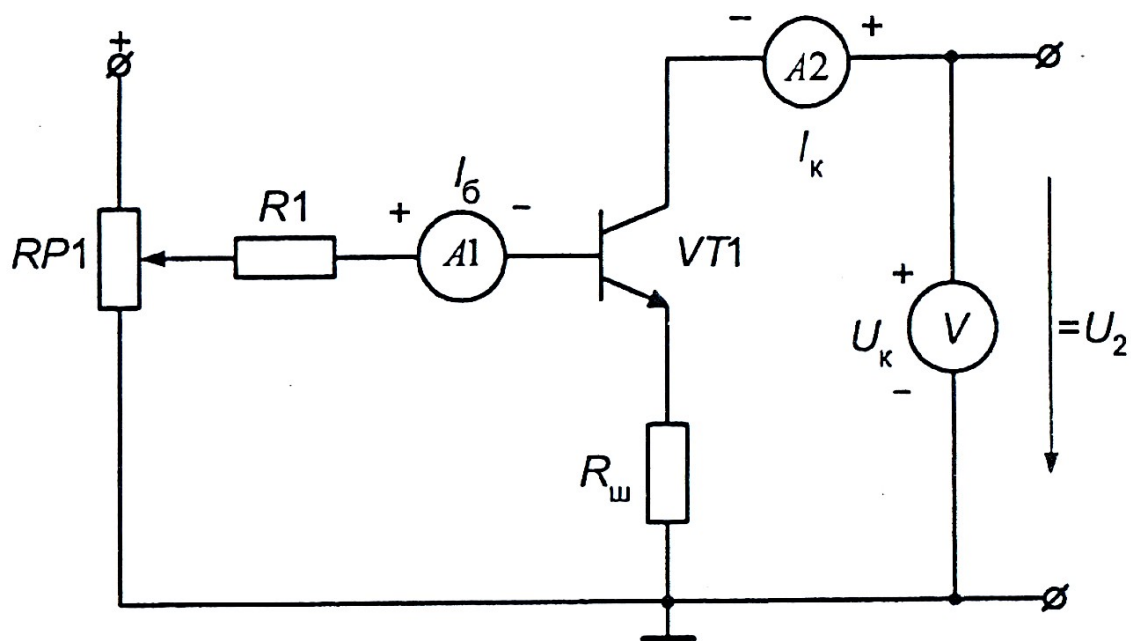


Рис. 4.2. Схема для исследования характеристик биполярного транзистора

Для этого между гнездами X2 – X6 включить много предельный миллиамперметр A1 на пределе «x1» (100 мкА) и соединить перемычкой гнезда X9 – X11. Установить потенциометр RP1 в крайнее левое положение. Между гнездами X1 – X4 включить второй миллиамперметр A2 на пределе «x100» (10 мА). Соединить перемычкой гнезда X3 – X7. Включить вольтметр между гнездами X4 – X16. Тумблер SA2 установить в нижнее положение. Между гнездами X1 – X3 установить перемычку;

б) снять статическую характеристику прямой передачи по току $I_k = f(I_b)$ при $U_k = 12$ В и $R_2 = 0$, используя схему на рис. 4.2. Включить тумблер «Питание». Изменяя ток базы от нуля до максимального значения при помощи потенциометра RP1, снять статическую характеристику прямой передачи по току. Если показания миллиамперметров A1 и A2 выйдут за допустимые значения на установленных пределах, требуется переключить приборы на более высокий предел. Выключить питание модуля;

в) снять характеристику прямой передачи по току при наличии нагрузки R2. Схема для снятия характеристики представлена на рис. 4.3.

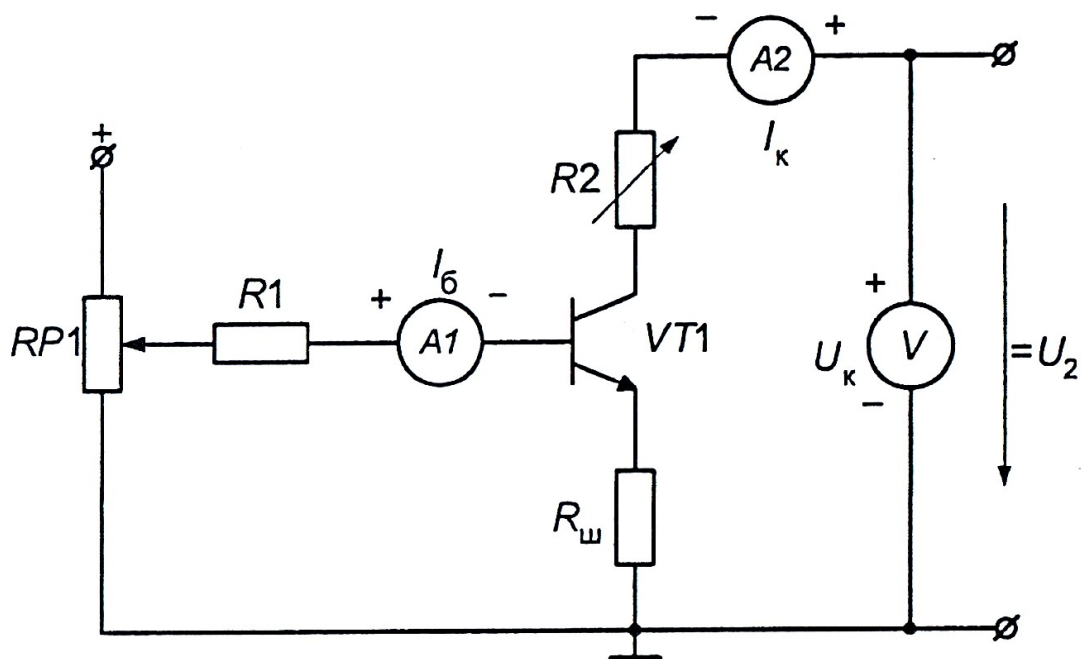


Рис. 4.3. Схема для определения нагрузочной характеристики прямой передачи по току

При подготовке эксперимента необходимо убрать перемычку между гнездами $X1 - X3$, ручку потенциометра $RP1$ установить в крайнее левое положение. С помощью переключателя $SA1$ установите заданное значение резистора $R2$. Включить питание модуля. При помощи потенциометра $RP2$ установить $U_2 = 12$ В. Изменяя ток базы от нуля до максимума при помощи потенциометра $RP1$, снять нагрузочную характеристику прямой передачи транзистора по току. Вблизи перехода в область насыщения точки снимать чаще. Выключить питание модуля;

г) по построенной в п. 4.2 характеристике определить области активного усиления, отсечки и насыщения. Определить максимальный ток $I_{B\max}$, при котором еще обеспечивается линейное усиление;

д) снять выходные статические вольт-амперные характеристики (ВАХ) транзистора с помощью осциллографа, используя схему на рис. 4.4.

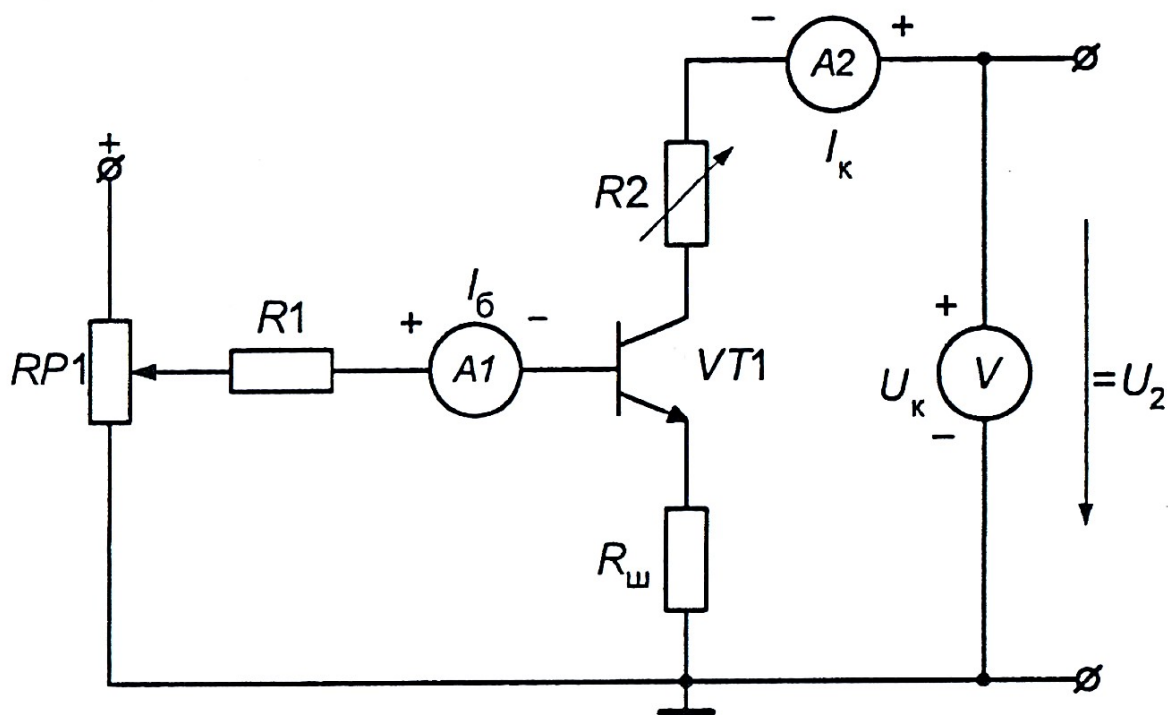


Рис. 4.4. Схема для снятия выходных статических ВАХ при помощи осциллографа

При подготовке эксперимента необходимо переключить тумблер $SA2$ в верхнее положение, тем самым подключить к схеме источник полувольт напряжения. Соединить перемычкой гнезда $X1 - X3$. Подключить входы осциллографа к соответствующим точкам схемы: вход канал $CH1(X)$ – к гнезду $X3$, канала $CH2(Y)$ – к гнезду $X14$, корпус осциллографа ($\perp$) – к гнезду $X15$. На осциллографе задать режим развертки X/Y (кнопка меню «Дисплей», подменю «Формат»). Установить луч на экране осциллографа в левом нижнем углу. Установить потенциометр $RP1$ крайнее левое положение. Включить питание модуля. Изменять ток базы от нуля до максимума, пронаблюдать семейство выходных характеристик, сохранить копии экранов с выходными характеристиками для трех значений тока базы: $I_{B1}=0$, $I_{B2}=0,5I_{B\max}$; $I_{B3}=I_{B\max}$. Записать масштабы по напряжению и току. Выключить питание модуля.

4.3. Экспериментальное исследование усилительного каскада на биполярном транзисторе (БТ) с общим эмиттером (ОЭ)

Порядок выполнения работы:

а) собрать схему для исследования усилительного каскада (рис. 4.5). Для этого необходимо разомкнуть гнезда $X1 - X3$. К гнезду $X13$ подключить напряжение с выхода функционального генератора, соединив общий провод генератора ($\perp$) с гнездом $X16$. Соединить перемычкой гнезда $X9 - X10$. Переключить тумблер $SA2$ в нижнее положение, тем самым подключив к схеме источник постоянного напряжения U_2 .

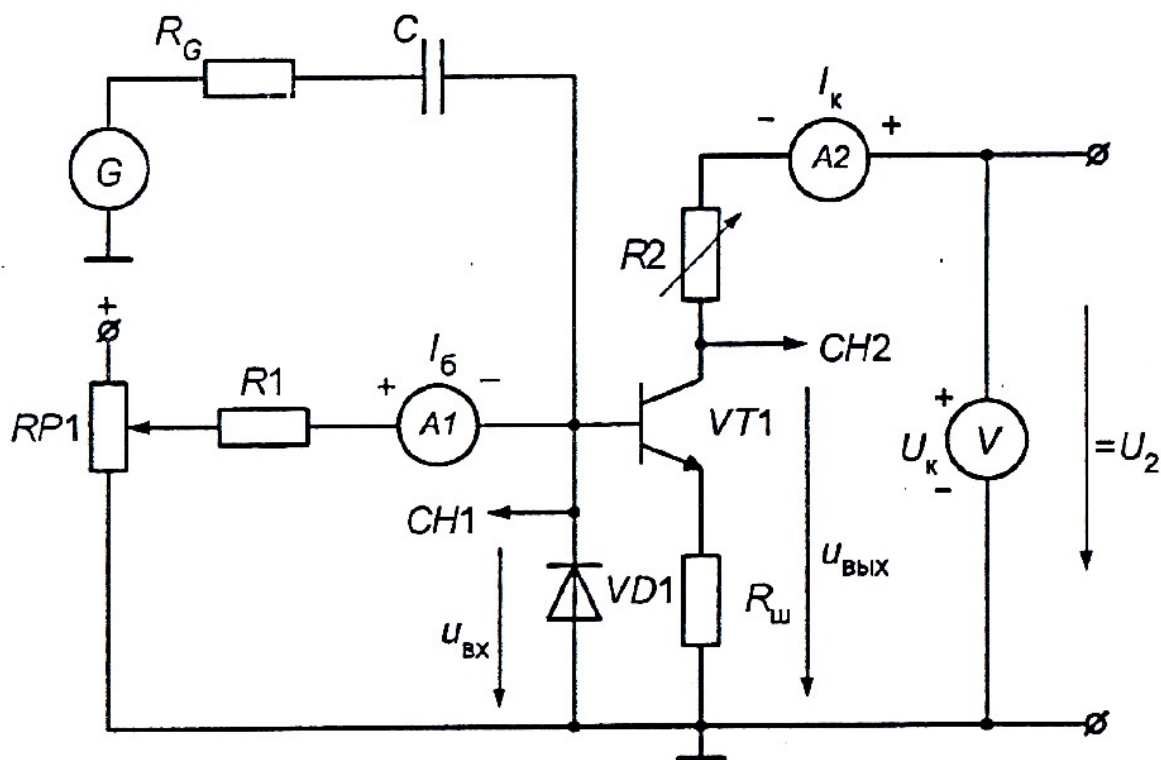


Рис. 4.5. Схема усилительного каскада на БТ с ОЭ

Переключить осциллограф в режим временной развертки. Включить функциональный генератор и установить синусоидальный сигнал с частотой 1 кГц, уменьшить сигнал до минимума регулятором амплитуды. Включить питание. Установить $RP1$ в крайнее левое положение. С помощью потенциометра $RP2$ установить напряжение питания $U_2 = 12$ В. Защитный диод $VD1$ на схеме модуля не показан;

б) установить оптимальную точку покоя транзистора. Для этого изменяя базовый ток транзистора потенциометром $RP1$, измерять с помощью осциллографа напряжение на коллекторе транзистора. Установить величину напряжения $U_{ВЫХ} = U_2/2$. Определить величины токов базы и коллектора в точке покоя;

в) определить экспериментально максимальную амплитуду неискаженного выходного синусоидального напряжения $U_{ВЫХ.м}$ и уточнить положение точки покоя. Плавное увеличение амплитуды переменного входного сигнала регулятором амплитуды функционального генератора до появления видимого уплощения вершин синусоиды выходного напряжения. Вершины положительной и отрицательной полуволн должны уплощаться одновременно. Если этого не происходит, необходимо подстроить базовый ток покоя транзистора изменением положения потенциометра $RP1$. С помощью осциллографа определите максимальную амплитуду неискаженного выходного сигнала синусоидального напряжения $U_{ВЫХ.м}$.

Скопировать на электронный носитель (в дальнейшем эти осциллограммы вставить в отчет) осциллограммы выходного напряжения с искажениями и без них. Определите масштабы осциллограмм по напряжению и по времени;

г) исследовать экспериментально влияние положения точки покоя на форму выходного сигнала. Для этого вновь установите оптимальную рабочую точку транзистора (п. 4.3.б) и максимальную амплитуду синусоидального неискаженного выходного напряжения $U_{ВЫХ.м}$. Зарисовать кривые выходного напряжения при изменении тока базы на $\pm 50\%$ от оптимума, при этом изменять амплитуду входного сигнала не следует;

д) определить коэффициент усиления каскада по напряжению k_u в классе А. Добиться максимального синусоидального сигнала на выходе каскада. С помощью осциллографа

измерить амплитуды выходного $U_{\text{ВЫХ.м}}$ и входного $U_{\text{ВХ.м}}$ напряжений на базе и коллекторе транзистора. Определить коэффициент усиления как $k_u = U_{\text{ВЫХ.м}}/U_{\text{ВХ.м}}$;

е) определить амплитуду выходного сигнала (полуволны) в классе B . Для этого с помощью потенциометра $RP1$ установить ток базы транзистора, равный нулю, регулируя амплитуду входного сигнала, добиться максимальной неуплощенной полуволны выходного напряжения, скопировать на электронный носитель осциллограмму выходного сигнала. Если длительность полуволны меньше полупериода, увеличьте ток базы транзистора и, изменяя переменный входной сигнал, добейтесь воспроизведения усилителем примерно половины неискаженного синусоидального напряжения и максимальной амплитудой. Уменьшите переменный входной сигнал до нуля и запишите входной постоянный ток базы, который пришлось установить в точке покоя, чтобы не было искажений. Эта рабочая точка соответствует классу AB ;

ж) исследовать работу транзистора в ключевом режиме (класс D). Установите $I_b=0$ и увеличьте амплитуду входного синусоидального напряжения до перехода транзистора в ключевой режим. Скопируйте полученные осциллограммы на электронный носитель;

з) определите ток коллектора и напряжение на коллекторе на постоянном токе в двух точках: отсечки и насыщения. Для этого установите амплитуду входного сигнала, равной нулю. При помощи потенциометра $RP1$ установите нулевой ток базы (режим отсечки) и максимальный ток базы (режим насыщения). По приборам определите ток и напряжение коллектора в двух режимах. Выключите модуль.

4.4. Содержание отчета

- а) наименование и цель работы;
- б) принципиальные электрические схемы для выполненных экспериментов;
- в) результаты экспериментальных исследований и проведенных по ним расчетов, помещенные в соответствующие таблицы;
- г) экспериментально снятые и построенные характеристики;
- д) обработанные осциллограммы;
- е) выводы по работе.

4.5. Контрольные вопросы

- 1) Каков принцип действия БТ
- 2) Какие существуют схемы включения БТ?
- 3) Какова полярность постоянных напряжений, прикладываемых к БТ $n-p-n$ типа при различных схемах включения?
- 4) Как выглядят входные и выходные статические характеристики в схеме с ОЭ?
- 5) Что такое статическая характеристика прямой передачи по току? Как ее построить? Как она видоизменяется при наличии нагрузки? Как ее снять?
- 6) Как определить статический коэффициент передачи транзистора по току?
- 7) Как снять статические выходные характеристики?
- 8) Как построить линию нагрузки?
- 9) Как выбирается точка покоя в классах A , AB , B , D ?
- 10) Нарисуйте схему усилительного каскада с ОЭ.
- 11) Каково назначение элементов усилителя?
- 12) Как определить коэффициент усиления каскада по току и напряжению (графически и экспериментально)?
- 13) Что такое область активного усиления, насыщения, отсечки?
- 14) Что такое ключевой режим?
- 15) Каковы преимущества ключевого режима?

16) Как определить ток коллектора и напряжение на нем в режимах отсечки и насыщения?

Типовые методические указания к практическим работам

ПРИМЕРЫ

Практическая работа №1

ПАССИВНЫЕ ИНТЕГРИРУЮЩИЕ И ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИЕ ЦЕПИ

Цель работы: исследование электрических процессов при прохождении сигналов различной формы через дифференцирующие и интегрирующие цепи.

1.1 Теоретические сведения

При подаче на вход линейной цепи синусоидального напряжения на всех ее элементах также будет синусоидальное напряжение. Если же на входе линейной цепи, содержащей частотно-зависимые элементы, действует напряжение, представляющее собой сумму гармоник различных частот, то форма напряжения на ее элементах не повторяет форму входного напряжения. Это объясняется тем, что гармоники входного напряжения по-разному пропускаются этой цепью. Данное свойство используется при формировании импульсов с помощью линейных цепей. Свойства линейных цепей с частотно-зависимыми элементами используются при построении дифференцирующих и интегрирующих цепей.

В дифференцирующей цепи (рис. 1.1, а) выходной сигнал пропорционален производной входного сигнала. Интегрирующая цепь (рис. 1.1, б) является четырехполюсником, сигнал на выходе которого изменяется пропорционально интегралу входного сигнала.

Одну и ту же цепь можно исследовать различными методами. Наиболее часто используют переходную и частотную характеристики цепи, так как они описывают одни и те же физические свойства линейной системы и существенно дополняют друг друга.

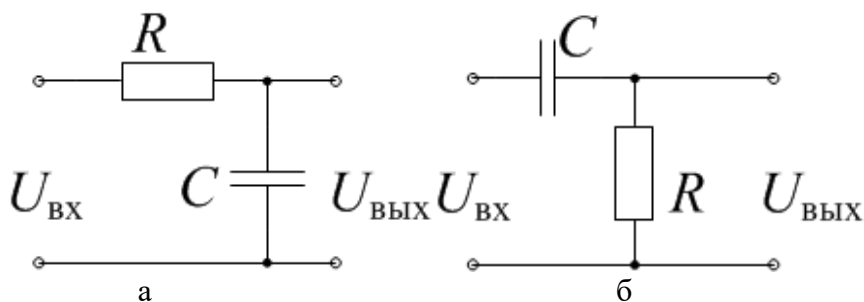


Рис.1.1. Схемы интегрирующей (а) и дифференцирующей (б) цепей

На рис. 1.2 показаны амплитудно-частотные (АЧХ) $k(\omega)$ и фазочастотные (ФЧХ) $\varphi(\omega)$ характеристики интегрирующей и дифференцирующей цепей. Если считать граничной частотой пропускания цепи ту частоту, на которой $k(\omega)$ уменьшается в $\sqrt{2}$ раз (0,7 от первоначального значения), то она связана с постоянной времени цепи соотношением $\omega = 1/\tau$, где $\tau = RC$ – постоянная времени цепи.

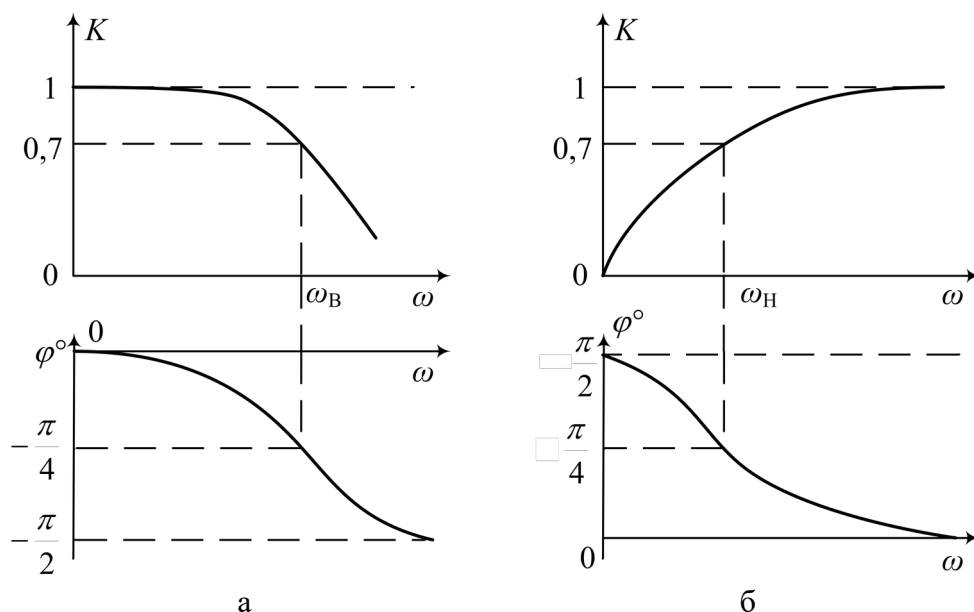


Рис.1.2. Амплитудно- и фазочастотные характеристики интегрирующей (а) и дифференцирующей (б) цепей

Значение τ можно определить по переходной характеристике RC -цепей (см. рис. 1.2). Интегрирующая цепь имеет характеристику фильтра низких частот, дифференцирующая – фильтра высоких частот.

1.2. Порядок выполнения работы

Для исследований используется программа схемотехнического моделирования Multisim.

1) На рабочем столе программного пакета составить схему интегрирующей цепочки, $R = 1 \text{ кОм}$, $C = 1 \text{ мкФ}$. В качестве источника сигналов использовать многофункциональный генератор, характеристики цепей определять с помощью осциллографа и Боде-плоттера (рис. 1.3). Определить логарифмические амплитудно- и фазочастотные (ЛАЧХ и ЛФЧХ) характеристики цепи.

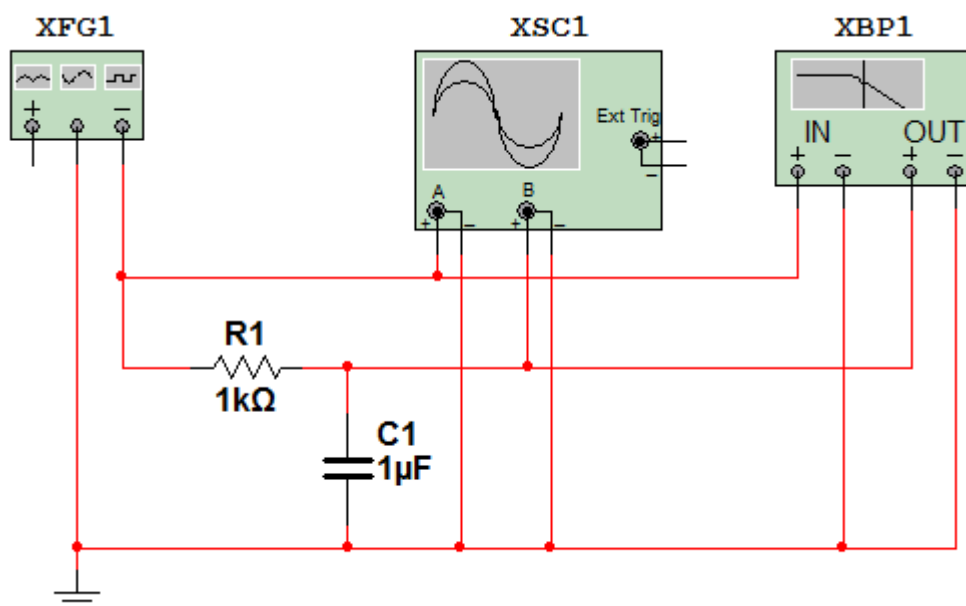


Рис. 1.3. Схема исследования характеристик интегрирующей цепи

2) Аналогично п. 1 снять ЛАЧХ и ЛФЧХ дифференцирующей цепи для тех же параметров элементов. Данные п. 1 и 2 скопировать в отчет.

3) По экспериментальным графикам определить значения частот ω_n и ω_v , рассчитать постоянные времени цепей $\tau_{экс} = 1/\omega$. Затем вычислить величину постоянных времени цепей $\tau_{расч} = RC$.

Сравнить экспериментальные и теоретические результаты.

4) Исследовать переходные характеристики интегрирующей цепи. Для этого на вход цепи подавать с многофункционального генератора прямоугольных колебаний импульсы амплитудой 1 В, периодом колебаний 6 мс, длительностью 3 мс. Зарисовать форму выходных импульсов. По осциллограмме определить постоянную времени цепи в соответствии с рис. 1.2. сравнить полученную величину с результатами расчетов п. 3.

5) Аналогично п. 4 исследовать переходные характеристики дифференцирующей цепи.

6) Составить схему полосно-пропускающего фильтра (ППФ) (рис. 1.4, а). С помощью Бode-плоттера определить логарифмические амплитудно- и фазочастотные (ЛАЧХ и ЛФЧХ) характеристики цепи. По графику ЛАЧХ определить центральную частоту пропускания f_0 .

7) Исследовать переходные характеристики ППФ. Для этого на вход цепи подавать с многофункционального генератора прямоугольные импульсы амплитудой 1 В с частотами $f=0,5 \cdot f_0$, $f=f_0$, $f=5 \cdot f_0$. Зарисовать форму выходных импульсов.

8) Составить схему полосно-заграждающего фильтра (ПЗФ) (рис. 1.4, б). С помощью Бode-плоттера определить логарифмические амплитудно- и фазочастотные (ЛАЧХ и ЛФЧХ) характеристики цепи. По графику ЛАЧХ определить центральную частоту подавления f_0 .

9) Исследовать переходные характеристики ПЗФ. Для этого на вход цепи подавать с многофункционального генератора прямоугольные импульсы амплитудой 1 В с частотами $f=0,5 \cdot f_0$, $f=f_0$, $f=5 \cdot f_0$. Зарисовать форму выходных импульсов.

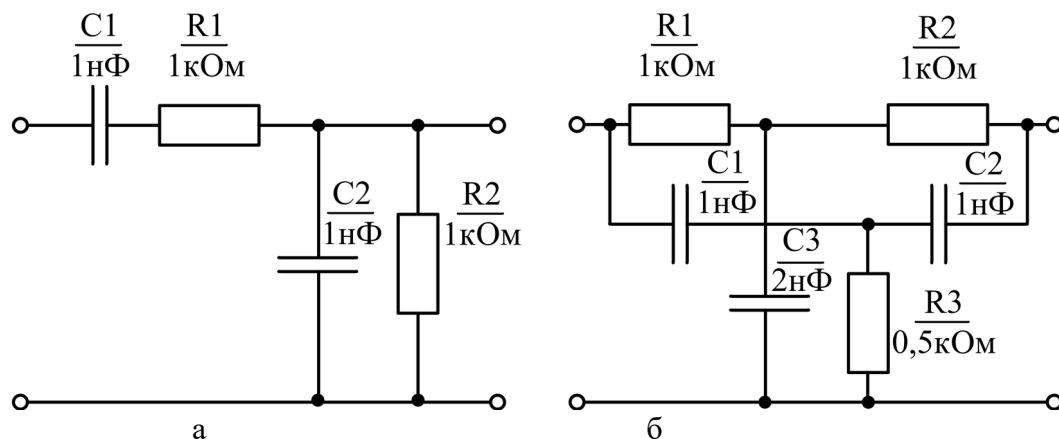


Рис. 1.4. Схемы полосно-пропускающего (а) и полосно-заграждающего (б) фильтров

1.3. Содержание отчета

- 1) Схемы исследования характеристик интегрирующей и дифференцирующей цепей, ППФ и ПЗФ.
- 2) ЛАЧХ и ЛФЧХ интегрирующей и дифференцирующей цепей, ППФ и ПЗФ.
- 3) Экспериментальные и расчетные значения ω_n , ω_v и τ .
- 4) Переходные характеристики интегрирующей и дифференцирующей цепей, ППФ и ПЗФ.
- 5) Выводы по результатам исследований.

1.4. Контрольные вопросы

- 1) Объясните процессы, происходящие в дифференцирующей и интегрирующей цепях при воздействии на них прямоугольных импульсов.
- 2) Как изменяется форма напряжения на выходе дифференцирующей и интегрирующей цепей при изменении сопротивления, емкости цепи, длительности, периода повторения и амплитуды импульсов на входе?
- 3) Как изменятся виды ЛАЧХ и ЛФЧХ при изменении сопротивления и емкости цепи?

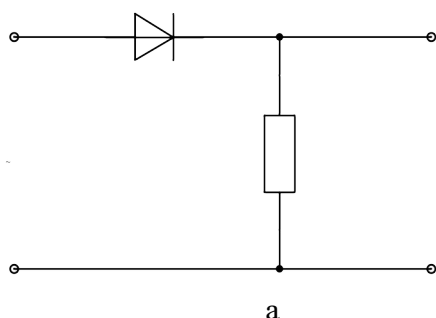
Практическая работа №2

ВЫПРЯМИТЕЛИ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДАХ

Цель работы: экспериментальное исследование параметров и характеристик выпрямителей.

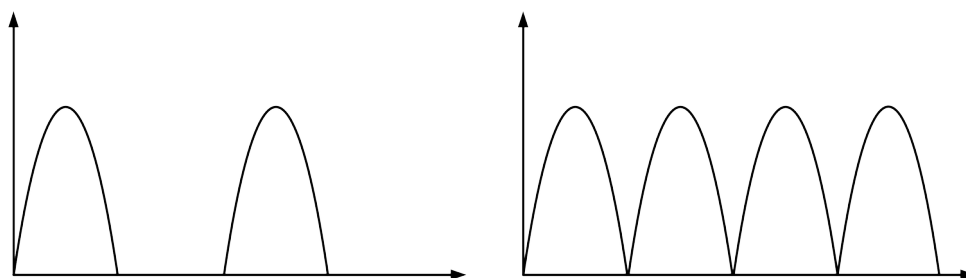
2.1. Теоретические сведения

Выпрямители, предназначенные для питания потребителей малой и средней мощности, выполняются в виде одно- и двухполупериодных схем (рис. 2.1).



б

Рис. 2.1. Одно- (а) и двухполупериодные (б) выпрямители



а

б

Рис. 2.2. Выходные сигналы одно- (а) и двухполупериодного (б) выпрямителей

Для уменьшения амплитуды колебаний выходного напряжения используются сглаживающие фильтры, при этом форма выходного напряжения (для двухполупериодного выпрямителя) показана на рис. 2.3. Эффективность фильтра оценивается амплитудой пульсаций выходного напряжения ΔU и коэффициентом пульсаций, равным отношению амплитуды пульсаций к действующему значению выходного напряжения: $q_{\phi} = \Delta U / U_{\text{д}}$.

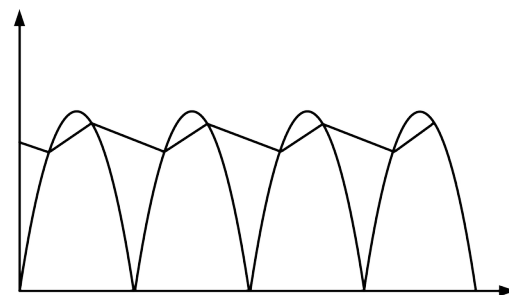


Рис. 2.3. Форма входного и выходного напряжения сглаживающего фильтра

2.2. Порядок выполнения работы

1) Исследовать работу однополупериодного выпрямителя. Для этого собрать схему, представленную на рис. 2.4. На вход выпрямителя с генератора подавать синусоидальный сигнал напряжением 2 В и частотой 100 Гц. Пронаблюдать выходной сигнал с помощью осциллографа. Записать амплитудные значения входного и выходного напряжения выпрямителя.

2) Исследовать работу однополупериодного выпрямителя со сглаживающим фильтром. Для этого собрать схему, приведенную на рис. 2.5, установить $C = 0,1$ мкФ, $R = 10$ кОм. Зарисовать осциллограмму выходного напряжения (пульсации) при том же входном сигнале.

3) Исследовать влияние емкости конденсатора на величину пульсаций выходного напряжения. Установить $R = 3,3$ кОм. Определить величину пульсаций для емкостей, равных 0,1; 1; 10; 33; 100 мкФ. Результаты занести в табл. 2.1, по этим данным построить график зависимости амплитуды пульсации от емкости конденсатора фильтра.

4) Исследовать влияние сопротивления нагрузки на величину пульсации выходного напряжения. Установить $C = 100$ мкФ. Определить величину пульсаций для сопротивлений, равных 0,5; 1; 10 кОм. Результаты занести в табл. 2.1, построить зависимость амплитуды пульсаций от сопротивления нагрузки.

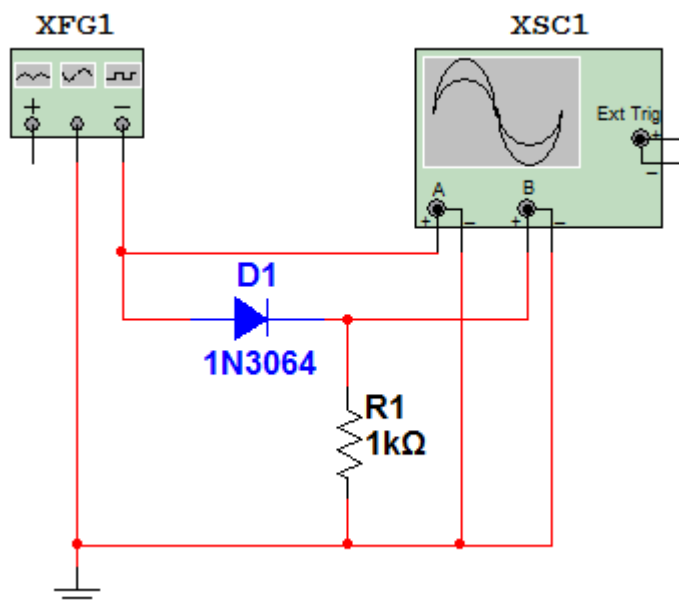


Рис. 2.4. Схема исследований параметров однополупериодного выпрямителя

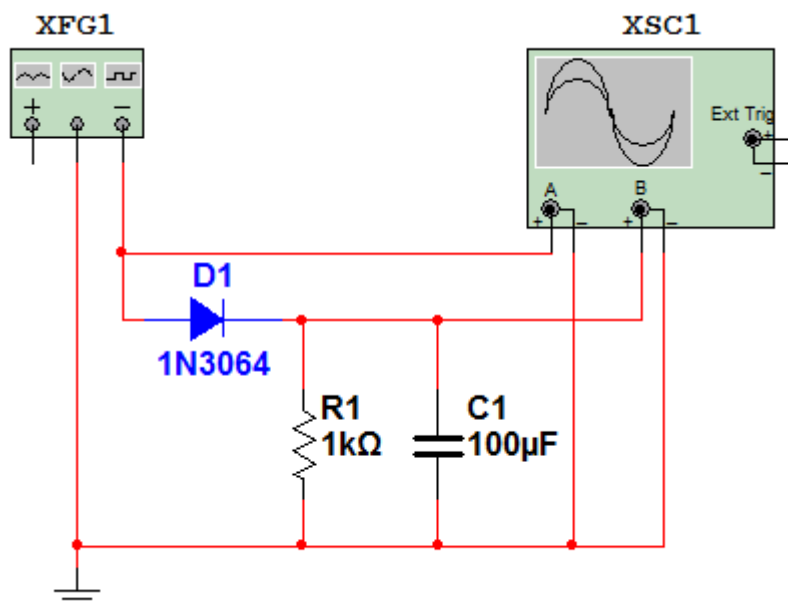


Рис. 2.5. Схема однополупериодного выпрямителя со сглаживающим фильтром

5) Ознакомиться с работой двухполупериодного выпрямителя. Для этого собрать схему, изображенную на рис. 2.6. На вход выпрямителя подавать с генератора синусоидальный сигнал напряжением 5 В и частотой 50 Гц. Зарисовать осциллограмму выходного напряжения.

Таблица 2.1. Зависимость амплитуды пульсаций от C и R_n

$R = 3,3 \text{ кОм}$					
$C, \text{ мкФ}$	0,1	1	10	33	100
U_n					
$C = 100 \text{ мкФ}$					
$R, \text{ кОм}$	0,1	0,5	1	10	100
U_n					

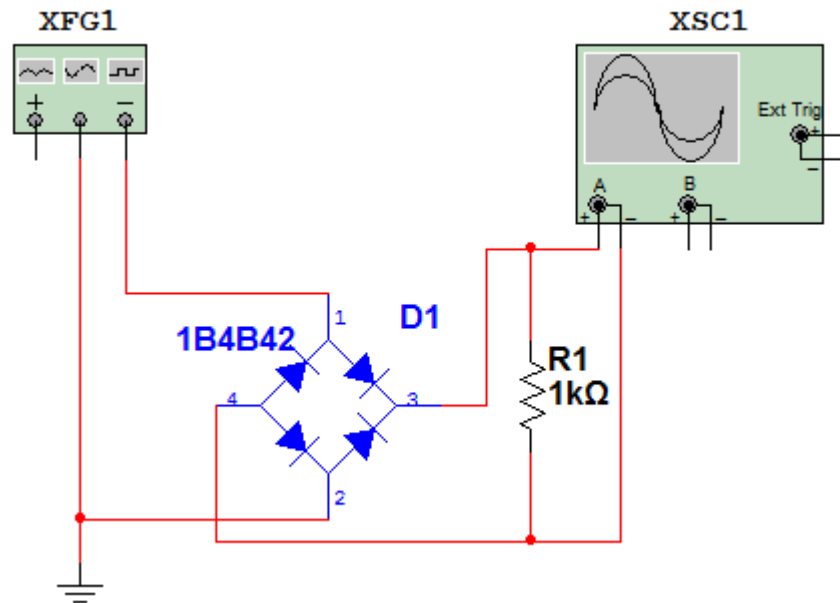


Рис. 2.6. Схема исследования двухполупериодного выпрямителя

6) Исследовать влияние емкости конденсатора на величину пульсаций выходного напряжения двухполупериодного выпрямителя. Для этого параллельно сопротивлению нагрузки подключить конденсатор емкостью 10 мкФ. С помощью осциллографа измерить амплитуду пульсаций. Зарисовать осциллограмму выходного сигнала.

2.3. Содержание отчета

- 1) Схемы исследования выпрямителей.
- 2) Результаты вычислений.
- 3) Временные диаграммы.
- 4) Графики зависимости амплитуды пульсаций от емкости фильтрующего конденсатора и сопротивления нагрузки.
- 5) Выводы по результатам исследований.

2.4. Контрольные вопросы

- 1) Разновидности диодов.
- 2) Основные характеристики и параметры диодов.
- 3) Влияние материала *p-n* перехода и его температуры на работу диодов.
- 4) Принцип работы и основные параметры выпрямителей.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Основы теории линейных электрических цепей. Закону Ома, Кирхгофа, Джоуля-Ленца.
2. Цепи переменного тока.
3. Трехфазные цепи.
4. Переходные процессы в электрических цепях.
5. Электроника и схемотехника. Основные направления.
6. Основные понятия линейных электрических цепей. Атенюаторы. Идеальные и реальные источники напряжения. Источники тока.
7. Электрические сигналы. Разновидности, параметры. Характеристики.
8. Пассивные фильтры низких частот.

9. Пассивные фильтры высоких частот.
10. Пассивные полосовые и режекторные фильтры.
11. Полупроводниковые диоды. Параметры, характеристики. Разновидности.
12. Выпрямительные диоды. Выпрямление переменных сигналов с помощью диодов.
13. Стабилитроны. Параметры, характеристики. Применение.
14. Оптоэлектронные приборы. Разновидности. Параметры, характеристики. Применение.
15. Тиристоры. Разновидности. Параметры, характеристики. Применение.
16. Биполярные транзисторы. Принцип работы БТ. Три схемы включения БТ.
17. Параметры и характеристики БТ. Режимы работы БТ.
18. Усилитель на БТ с общим эмиттером.
19. Методы задания точки покоя транзисторного каскада с общим эмиттером.
20. Отрицательная обратная связь в усилителях на транзисторах.
21. Режимы усиления транзисторов в усилительных каскадах.
22. Эмиттерный повторитель.
23. Полевые транзисторы. Принцип действия. Разновидности, параметры, характеристики.
24. Операционные усилители. Параметры, характеристики.
25. Применение ОУ.
26. Усилители электрических сигналов. Разновидности, параметры, характеристики.
27. Обратные связи в усилителях.
28. Усилители мощности с комплементарными транзисторами.
29. Дифференциальный УПТ.
30. Источники вторичного электропитания РЭА.
31. Стабилизаторы напряжения. Разновидности. Параметры.
32. Последовательные компенсационные стабилизаторы напряжения.
33. Импульсные стабилизаторы напряжения.
34. Обратоходовые импульсные стабилизаторы напряжения.
35. Генераторы гармонических сигналов. Разновидности. Условия возбуждения колебаний.
36. RC-генераторы гармонических колебаний.
37. Генераторы прямоугольных колебаний.
38. Одновибраторы.
39. Генераторы с кварцевой стабилизацией частоты.
40. Цифровые сигналы. Характеристики и параметры логических элементов.
41. Транзисторно–транзисторная логика (ТТЛ).
42. Логика на основе комплементарных ключей на МОП-транзисторах (КМОП)
43. Шифраторы
44. Дешифраторы
45. Мультиплексоры
46. Демультимплексоры
47. Сумматоры
48. Вычитатели
49. Цифровые компараторы
50. Перемножители
51. RS-триггеры
52. JK-триггеры
53. D-триггеры. T-триггеры.
54. Счетчики.
55. Реверсивные счетчики.
56. Разновидности регистров. Параллельные регистры.
57. Сдвиговые регистры.
58. Реверсивные регистры.
59. ПЛИС. Общие понятия. Разновидности.

60. Программируемые логические матрицы (PLA).
61. Программируемая матричная логика (PAL), базовые матричные кристаллы (GA).
62. Программируемые вентильные матрицы (FPGA). Программируемые коммутируемые матричные блоки (CPLD)
63. Программируемые аналоговые интегральные схемы (FPAА)
64. ПЛИС типа «система на кристалле» (SoC).
65. ЦАП. Общие положения. Погрешности ЦАП.
66. ЦАП с суммированием токов.
67. ЦАП типа R-2R.
68. Сегментированные ЦАП.
69. Цифровые потенциометры. ЦАП прямого цифрового синтеза.
70. АЦП. Общие положения. Параметры АЦП. Погрешности АЦП.
71. Разновидности АЦП. Параллельные АЦП.
72. АЦП поразрядного уравнивания.
73. Конвейерные АЦП.
74. Дельта-сигма АЦП.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

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

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

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

Основная литература

1. Водовозов, А. М. Основы электроники : учебное пособие / А. М. Водовозов. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 140 с. - ISBN 978-5-9729-0346-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1053394>. – Режим доступа: по подписке.
2. Алехин, В. А. Электротехника, электроника и схемотехника. Лабораторный практикум в облачной среде схемотехнического проектирования TINACloud : учебное пособие для вузов / В. А. Алехин. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2022. - 216 с. - ISBN 978-5-9912-0631-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2150481>. – Режим доступа: по подписке.
3. Пуховский, В. Н. Электротехника, электроника и схемотехника. Модуль «Цифровая схемотехника»: учебное пособие / В. Н. Пуховский, М. Ю. Поленов. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Юж. федер. ун-т, 2018. - 1 on-line, 163 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1039797>. - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-9275-3079-3 : Б. ц.

Дополнительная литература

1. Славинский, А. К. Электротехника с основами электроники : учебное пособие / А. К. Славинский, И. С. Туревский. - Москва : ИНФРА-М : ФОРУМ, 2020. - 1 on-line, 448 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1150305>. - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-8199-0747-4 : Б. ц. - Текст : электронный. Электронный учебник: КО = 1
2. Савин, А. А. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебно-методическое пособие / А. А. Савин ; Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2012. - 1 on-line, 12 с

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

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

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

Программное обеспечение обучения включает в себя:

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

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

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

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

возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

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

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

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование солнечных станций»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Тихонов Павел Валентинович, к.т.н.

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

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В.Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Проектирование солнечных станций».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1.Наименование дисциплины: «Проектирование солнечных станций».

Цели дисциплины: ознакомить студентов с принципами работы солнечных станций; обучить методам расчета, проектирования и оптимизации солнечных станций, включая выбор подходящего оборудования и технологий.

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ОПК-4: Способен инициировать проекты и управлять их реализацией в области своей профессиональной деятельности с учетом инновационного технологического и социально-экономического подходов.</i>	<i>ОПК-4.1: Использует знания теории проектной деятельности на практике для создания проектов и их реализации. ОПК-4.2: Прогнозирует результаты реализации проектов с учетом достижения инновационного технологического и социально-экономического показателей.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен знать: - основы проектирования в сфере объектов солнечной энергетики; - нормативную техническую документацию, в сфере солнечной энергетики; - методики проведения технических расчетов; - программное обеспечение, применяемое для расчетов, и автоматизированного проектирования объектов солнечной энергетики. Студент должен уметь: - производить общие и специальных расчеты согласно общеизвестным методикам в сфере солнечной энергетики;

		- разрабатывать технические задания для разработки разделов проекта солнечной электростанции; - разрабатывать проектную и рабочую документацию по разделу «Технологические решения» солнечной электростанций. Студент должен владеть навыками: - сбора и анализа технической информации необходимой в процессе проектирования; - работы с технической документацией в сфере проектирования солнечной станции; - работы в системах автоматизированного проектирования и выпуска чертежей со схемами и планами описывающие проектные решения применяемые на проектируемой солнечной электростанции.
<i>ПК-2: Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства</i> <i>ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов</i>	Студент, изучивший данный курс, должен знать: - технологический процесс выработки, преобразования и транспортировки; фотоэлектрической энергии на солнечных

	<i>и правильной эксплуатацией технологического оборудования</i> <i>ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	станциях; - нормативную техническую документацию, в сфере технологии выработки, учета, преобразования и транспортировки фотоэлектрической энергии; - оборудование применяемое в технологическом процессе; - методики проведения технических расчетов по приходу и преобразованию солнечной энергии на фотоэлектрических модулях; Студент должен уметь: - производить специализированные расчеты, по общеизвестным методикам, необходимые для оценки и определения характеристик оборудования и технологического процесса; - разрабатывать эффективные технологические схемы; - подбирать и проверять оборудование согласно характеристикам принятой

		технологической схемы; - обосновывать показатели и характеристики принятых технологических процессов и оборудования; Студент должен владеть навыками: - работы с технической документацией в области технологического процесса производства на солнечной станции - выбора и проверки технологического оборудования в рамках разработанной технологической схемы.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Проектирование солнечных станций» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным дисциплинам.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Солнечные станции. Потенциал использования солнечного излучения для солнечных станций</i>	1. Потенциал использования солнечной энергии. 2. Перспективы роста солнечной энергетики в мире. 3. Виды и типы Солнечных станций. 4. Стоимостные показатели различных типов Солнечных станций. 5. Солнечные водонагревательные станции. 6. Оптимальные углы наклона приемника солнечного излучения.
2	<i>Фотоэлектрический модуль и устройства отбора мощности</i>	1. ФЭМ и его характеристики. 2. Обходные диоды. 3. Деградация ФЭМ. 4. Контроллеры отбора мощности от фотоэлектрических модулей.
3	<i>Оборудование фотоэлектрических систем</i>	1. Преобразователи постоянного тока. 2. Инверторы. 3. Многофункциональные инверторы.

		4. Трансформатор. 5. Распределительные устройства низкого и высокого напряжения. 6. Оборудование систем метеостанции и мониторинга.
4	Структура и классификация фотоэлектрических систем. Защита и заземление.	1. Классификация ФЭС. 2. Формирования массивов. Шунтирующие и блокирующие диоды. 3. Конфигурация сетевых ФЭС. 4. Коммутационные аппараты и аппараты защиты, применяемые на фотоэлектрических станциях. 5. Вопросы заземления на фотоэлектрических станциях.
5	Основы проектирования. Проект. Проектная документация	1. Проект как организационный, рабочий процесс и проект как документация; 2. Отличия проектной документации от рабочей документации; 3. Разделы проектной документации и их составы; 4. Какое обозначение и шифры используют при подготовке проектной документации; 5. Раздел инженерные системы объекта.
6	Основы проектирования. Проектная и рабочая документация	1. Разделы проектной документации и их составы. 2. Рабочая документация. Структура построения рабочей документации. 3. Система проектной документации для строительства (СПДС) и единая система конструкторской

		документации (ЕСКД). 4. Общие правила выполнения документации. 5. Нормативная база.
7	Проектирование солнечной станции (часть 1)	1. Факторы определяющие конфигурации солнечной станции. 2. Принципиальные схемы технологических процессов производства и распределения электроэнергии на солнечной станции.
8	Проектирование солнечной станции (часть 2)	1. Технологическое оборудование. 2. Инфраструктурные объекты. 3. Защита и безопасность. 4. Планировочная организации земельного участка и корпусов. 5. Передача электроэнергии. 6. Экономические показатели. 7. Формирование текстовой части (пояснительной записки) раздела ТР. 8. Формирование графической части (чертежей) раздела «Технологические решения».

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

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

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

Тема 1: Солнечные станции. Потенциал использования солнечного излучения для солнечных станций.

Тема 2: Фотоэлектрический модуль и устройства отбора мощности.

Тема 3: Оборудование фотоэлектрических систем

Тема 4: Структура и классификация фотоэлектрических систем. Защита и заземление.

Тема 5: Основы проектирования. Проект. Проектная документация.

Тема 6: Основы проектирования. Проектная и рабочая документация

Тема 7: Проектирование солнечной станции (часть 1)

Тема 8: Проектирование солнечной станции (часть 2)

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1: Оценка прихода солнечного излучения на наклонную поверхность.

Тема 2: Расчет среднемесячной выработки электроэнергии на единичную площадь фотоэлектрического модуля.

Тема 3. Разработка блок-схемы производства электроэнергии на фотоэлектрической станции.

Тема 3: Оформление текстовой части проектной и рабочей документации

Тема 4. Оформление графической части проектной и рабочей документации

Тема 6. Разработка структурных, принципиальных, электрических однолинейных схем фотоэлектрических станций.

Тема 7. Разработка технологической схемы планировочной организации земельного участка.

Тема 8. Подготовка основного комплекта чертежей рабочей документации раздела «Технология производства» солнечной электростанции.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам.

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

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

в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1: Солнечные станции. Потенциал использования солнечного излучения для солнечных станций.</i>	<i>ОПК-4 ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 2: Фотоэлектрический модуль и устройства отбора мощности.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 3: Оборудование фотоэлектрических систем</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 4: Структура и классификация фотоэлектрических систем. Защита и заземление.</i>	<i>ОПК-4 ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 5: Основы проектирования. Проект. Проектная документация.</i>	<i>ОПК-4 ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 6: Основы проектирования. Проектная и рабочая документация</i>	<i>ОПК-4 ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 7: Проектирование солнечной станции (часть 1)</i>	<i>ОПК-4 ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 8: Проектирование солнечной станции (часть 2)</i>	<i>ОПК-4 ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Разработка и подготовка основного комплекта чертежей рабочей документации раздела «Технология производства» солнечной электростанции.</i>	<i>ОПК-4 ПК-2</i>	<i>Рабочей документации раздела «Технология производства» солнечной электростанции</i>

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

1. Оценка прихода солнечного излучения на наклонную поверхность.
2. Расчет среднемесячной выработки электроэнергии на единичную площадь фотоэлектрического модуля.
3. Разработка блок-схемы производства электроэнергии на фотоэлектрической станции.
4. Оформление текстовой и графической части проектной и рабочей документации
5. Разработка структурных, принципиальных, электрических однолинейных схем фотоэлектрических станций.
6. Выбор и проверка оборудования согласно характеристикам принятой технологической схемы;
7. Разработка технологической схемы планировочной организации земельного участка.
8. Подготовка основного комплекта чертежей рабочей документации раздела «Технология производства» солнечной электростанции.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Что такое проект и проектирование. Этапы проектирования.
2. Проектная документация. Разделы проектной документации и их состав.
3. Подраздел "Система электроснабжения" проектной документации согласно постановлению правительства РФ №87.
4. Раздел 6 «Технологические решения», согласно постановлению правительства РФ №87, применительно к солнечным электрическим станциям (СЭС).
5. Рабочая документация. Основные марки рабочих чертежей.
6. Общие правила выполнения документации. Система проектной документации для строительства (СПДС), Единая система конструкторской документации (ЕСКД).
7. Основные виды нормативных документов. Наиболее востребованные нормативные документы при проектировании Солнечной электростанции.
8. Оптимальные углы наклона приемника солнечного излучения. Определение оптимальных углов наклона приемника СИ.
9. Виды и типы солнечных электростанций.
10. Солнечные водонагревательные станции.
11. Классификация фотоэлектрических станций.
12. Формирование фотоэлектрической батареи в составе СЭС.
13. Сетевые фотоэлектрические станции и их конфигурации.

14. Системы накопления энергии в составе СЭС.
15. Коммутационные аппараты и аппараты защиты, применяемые на СЭС.
16. Вопросы заземления на СЭС.
17. Система мониторинга на СЭС.
18. ФЭМ и его характеристики.
19. Обходные и блокирующие диоды фотоэлектрических модулей и батарей.
20. Вопросы деградации фотоэлектрических модулей.
21. Отбор мощности от фотоэлектрических модулей. Устройства отбора мощности.
22. Преобразователи постоянного тока (DC-DC преобразователи). Типовые схемные решения.
23. Инверторы.
24. Определяющие факторы конфигурации солнечной станции в процессе проектирования сетевой СЭС.
25. Определяющие факторы конфигурации солнечной станции в процессе проектирования автономной СЭС.
26. Принципиальные схемы технологических процессов производства и распределения электроэнергии на солнечной станции.
27. Инвертор. Выбор инвертора.
28. Контроллер отбора мощности. Выбор контроллера отбора мощности.
29. Преобразователь постоянного тока. Выбор преобразователя тока.
30. Телемеханика на проектируемой СЭС.
31. Инфраструктурные объекты на СЭС.
32. Планировочная организация земельного участка и корпусов при проектировании СЭС.
33. Передача и распределение электроэнергии на СЭС.
34. Текстовая часть раздела технологические решения при проектировании проектной и рабочей документации.
35. Графическая часть раздела технологические решения при проектировании проектной и рабочей документации.
36. Этапы процесса проектирования стадии П раздела "Технологические решения" (Шифр ТР) и стадии Р "Технология производства" (Марка ТХ) солнечных электростанций.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

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

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

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

Основная литература

1. Кашкаров, А. П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции : практическое руководство / А. П. Кашкаров. - 2-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 145 с. - ISBN 978-5-89818-375-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2103611>
2. Патрушева, Т. Н. Технологии изготовления компонентов оксидных солнечных батарей/Патрушева Т.Н. - Краснояр.: СФУ, 2015. - 328 с.: ISBN 978-5-7638-3161-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549646>. – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

Полисан, А. А. Материалы и элементы электронной техники. Тонкопленочные многослойные структуры и солнечные элементы на основе гидрогенизированного

аморфного и нанокристаллического кремния : учебное пособие / А. А. Полисан. - Москва : ИД МИСиС, 2007. - 17 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1226617>. – Режим доступа: по подписке.

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

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

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

Программное обеспечение обучения включает в себя:

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

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

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

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

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

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

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Оптика и оптические измерения в солнечной энергетике»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Коноплев Георгий Асадович, к.т.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

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

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В.Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и инженерии

К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Оптика и оптические измерения в солнечной энергетике».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1.Наименование дисциплины: «Оптика и оптические измерения в солнечной энергетике».

Цель дисциплины: овладение студентами базовыми знаниями в области физической оптики и оптических методов исследования

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-2</i> <i>Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства</i> <i>ПК-2.2Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования</i> <i>ПК-2.3Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен знать : - основные физические явления, сопровождающие распространение оптического излучения в диэлектриках, явления на границе раздела сред; - явления интерференции и дифракции, методы синтеза интерференционных просветляющих покрытий; - основы фотометрии и радиометрии, конструкцию и принцип работы датчиков солнечной радиации; - устройство и принцип работы спектральных приборов классического типа и Фурье спектрометров, основные виды оптической спектроскопии; - основы теории поляризации, устройство и принцип работы эллипсометров. Студент должен уметь : - выбирать оптические и спектральные методы исследования материалов солнечной энергетики и грамотно интерпретировать их результаты;

		Студент должен владеть навыками - использования основных методов обработки спектральных и эллипсометрических данных.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оптика и оптические измерения в солнечной энергетике» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным дисциплинам.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Раздел 1. Введение. Оптические методы исследования в технологии солнечных элементов и модулей.</i>	<i>Применение оптико-физических методов для метрологического контроля в технологическом цикле производства солнечных элементов.</i>

		Оптическая спектроскопия. Спектрофотометры. Эллипсометрия. ИК спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния.
2	Раздел 2. Введение в физическую оптику и спектроскопию	Распространение оптического излучения в диэлектриках. Явления на границе раздела сред. Распространение оптического излучения в проводящих средах, отражение от поверхности металлов. Двухлучевая интерференция, интерферометр Майкельсона. Многолучевая интерференция, просветляющие покрытия, интерференционные зеркала и фильтры.
3	Раздел 3. Основы фотометрии.	Основные понятия, оптический диапазон длин волн. Световые и энергетические величины, их связь. Законы излучения абсолютно черного тела. Отражение, поглощение и пропускание излучения. Измерение коэффициентов отражения и пропускания.
4	Раздел 4. Датчики солнечной радиации.	Солнечное излучение: основные определения. Актинометрия, датчики солнечной радиации. Пиргелиометр. Термоэлектрический актинометр. Пиранометр
5	Раздел 5. Дифракционные спектральные приборы. Спектральные методы исследования.	Обобщенная схема и классификация спектральных приборов классического типа. Основные характеристики спектральных приборов. Дифракционные решетки, монохроматоры и полихроматоры. Источники излучения в спектральных приборах. Спектрометры и спектрофотометры. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников по спектрам поглощения. Оценка толщины пленок

		<i>по спектрам отражения</i>
6	<i>Раздел 6. Инфракрасная Фурье Спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния.</i>	<i>Устройство и принцип работы Фурье Спектрометра. Формирование интерферограммы. Основные характеристики Фурье Спектрометров. Физическая природа ИК спектров поглощения и спектров комбинационного рассеяния.</i>
7	<i>Раздел 7. Поляризационные методы исследований. Эллипсометр</i>	<i>Поляризация света. Получение поляризованного света, поляризационные элементы. Математическое описание поляризации, анализ поляризованного света. Эллипсометрия, принцип работы эллипсометра.</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. Оптические методы исследования в технологии солнечных элементов и модулей.

Тема 2. Распространение оптического излучения в диэлектриках.

Тема 3. Явления на границе раздела сред.

Тема 4. Распространение оптического излучения в проводящих средах, отражение от поверхности металлов.

Тема 5. Двухлучевая интерференция, интерферометр Майкельсона.

Тема 6. Многолучевая интерференция, интерферометр Фабри-Перо.

Тема 7. Просветляющие покрытия, интерференционные зеркала и фильтры.

Тема 8. Световые и энергетические величины, их связь. Законы излучения абсолютно черного тела.

Тема 9. Отражение, поглощение и пропускание излучения. Измерение коэффициентов

отражения и пропускания, интегрирующая сфера.

Тема 10. Датчики солнечной радиации.

Тема 11. Обобщенная схема и классификация спектральных приборов классического типа.

Основные характеристики спектральных приборов.

Тема 12. Дифракционные решетки, монохроматоры и полихроматоры. Источники излучения в спектральных приборах.

Тема 13. Спектрометры и спектрофотометры. Определение ширины запрещенной зоны

полупроводников по спектрам поглощения. Оценка толщины пленок по спектрам отражения.

Тема 14. Устройство и принцип работы Фурье-спектрометра.

Тема 15. Физическая природа ИК спектров поглощения и спектров комбинационного рассеяния.

Тема 16. Поляризация света. Получение поляризованного света, поляризационные элементы. Математическое описание поляризации, анализ поляризованного света.

Тема 17. Эллипсометрия, принцип работы эллипсометра.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

1. Оптические методы исследования.

Применение оптико-физических методов для метрологического контроля в технологическом цикле производства солнечных элементов. Оптическая спектроскопия. Спектрофотометры. Эллипсометрия. ИК спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния.

2. Введение в физическую оптику и спектроскопию (часть 1).

Распространение оптического излучения в диэлектриках. Явления на границе раздела сред. Распространение оптического излучения в проводящих средах, отражение от поверхности металлов.

3. Введение в физическую оптику и спектроскопию (часть 2).

Двухлучевая интерференция, интерферометр Майкельсона. Многолучевая интерференция, просветляющие покрытия, интерференционные зеркала и фильтры.

4. Основы фотометрии.

Основные понятия, оптический диапазон длин волн. Световые и энергетические величины, их связь. Законы излучения абсолютно черного тела. Отражение, поглощение и пропускание излучения. Измерение коэффициентов отражения и пропускания.

5. Дифракционные спектральные приборы. Спектральные методы исследования. (часть 1).

Обобщенная схема и классификация спектральных приборов классического типа. Основные характеристики спектральных приборов. Дифракционные решетки, монохроматоры и полихроматоры. Источники излучения в спектральных приборах.

6. Дифракционные спектральные приборы. Спектральные методы исследования. (часть 2).

Спектрометры и спектрофотометры. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников по спектрам поглощения. Оценка толщины пленок по спектрам отражения.

7. Инфракрасная Фурье-спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния (часть 1).

Устройство и принцип работы Фурье-спектрометра. Формирование интерферограммы. Основные характеристики Фурье-спектрометров.

8. Инфракрасная Фурье-спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния (часть 2).

Физическая природа ИК спектров поглощения и спектров комбинационного рассеяния.

9. Поляризационные методы исследований. Эллипсометрия (часть 1).

Поляризация света. Получение поляризованного света, поляризационные элементы. Математическое описание поляризации, анализ поляризованного света.

10. Поляризационные методы исследований. Эллипсометрия (часть 2).

Эллипсометрия, принцип работы эллипсометра.

Требования к самостоятельной работе студентов

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

Тема 1. Оптические методы исследования в технологии солнечных элементов и модулей.

- Тема 2. Распространение оптического излучения в диэлектриках.
- Тема 3. Явления на границе раздела сред.
- Тема 4. Распространение оптического излучения в проводящих средах, отражение от поверхности металлов.
- Тема 5. Двухлучевая интерференция, интерферометр Майкельсона.
- Тема 6. Многолучевая интерференция, интерферометр Фабри-Перо.
- Тема 7. Просветляющие покрытия, интерференционные зеркала и фильтры.
- Тема 8. Световые и энергетические величины, их связь. Законы излучения абсолютно черного тела.
- Тема 9. Отражение, поглощение и пропускание излучения. Измерение коэффициентов отражения и пропускания, интегрирующая сфера.
- Тема 10. Датчики солнечной радиации.
- Тема 11. Обобщенная схема и классификация спектральных приборов классического типа. Основные характеристики спектральных приборов.
- Тема 12. Дифракционные решетки, монохроматоры и полихроматоры. Источники излучения в спектральных приборах.
- Тема 13. Спектрометры и спектрофотометры. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников по спектрам поглощения. Оценка толщины пленок по спектрам отражения.
- Тема 14. Устройство и принцип работы Фурье-спектрометра.
- Тема 15. Физическая природа ИК спектров поглощения и спектров комбинационного рассеяния.
- Тема 16. Поляризация света. Получение поляризованного света, поляризационные элементы. Математическое описание поляризации, анализ поляризованного света.
- Тема 17. Эллипсометрия, принцип работы эллипсометра.

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

- Тема 1. Оптические методы исследования в технологии солнечных элементов и модулей.
- Тема 2. Распространение оптического излучения в диэлектриках.
- Тема 3. Явления на границе раздела сред.
- Тема 4. Распространение оптического излучения в проводящих средах, отражение от поверхности металлов.
- Тема 5. Двухлучевая интерференция, интерферометр Майкельсона.
- Тема 6. Многолучевая интерференция, интерферометр Фабри-Перо.
- Тема 7. Просветляющие покрытия, интерференционные зеркала и фильтры.
- Тема 8. Световые и энергетические величины, их связь. Законы излучения абсолютно черного тела.
- Тема 9. Отражение, поглощение и пропускание излучения. Измерение коэффициентов отражения и пропускания, интегрирующая сфера.
- Тема 10. Датчики солнечной радиации.
- Тема 11. Обобщенная схема и классификация спектральных приборов классического типа. Основные характеристики спектральных приборов.
- Тема 12. Дифракционные решетки, монохроматоры и полихроматоры. Источники излучения в спектральных приборах.
- Тема 13. Спектрометры и спектрофотометры. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников по спектрам поглощения. Оценка толщины пленок по спектрам отражения.
- Тема 14. Устройство и принцип работы Фурье-спектрометра.

Тема 15. Физическая природа ИК спектров поглощения и спектров комбинационного рассеяния.

Тема 16. Поляризация света. Получение поляризованного света, поляризационные элементы. Математическое описание поляризации, анализ поляризованного света.

Тема 17. Эллипсометрия, принцип работы эллипсометра.

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

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

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

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

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

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

Практические и семинарские занятия.

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

Самостоятельная работа.

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

8. Фонд оценочных средств

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

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

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1. Оптические методы исследования в технологии солнечных элементов и модулей.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 2. Распространение оптического излучения в диэлектриках.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 3. Явления на границе раздела сред.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 4. Распространение оптического излучения в проводящих средах, отражение от поверхности металлов.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 5. Двухлучевая интерференция, интерферометр Майкельсона.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 6. Многолучевая интерференция, интерферометр Фабри-Перо.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 7. Просветляющие покрытия, интерференционные зеркала и фильтры.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 8. Световые и энергетические величины, их связь. Законы излучения абсолютно черного тела.</i>	<i>ПК-2</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контроли- руемой	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 9. Отражение, поглощение и пропускание излучения. Измерение коэффициентов отражения и пропускания, интегрирующая сфера.	ПК-2	Самостоятельная работа.
Тема 10. Датчики солнечной радиации.	ПК-2	Самостоятельная работа.
Тема 11. Обобщенная схема и классификация спектральных приборов классического типа. Основные характеристики спектральных приборов.	ПК-2	Самостоятельная работа.
Тема 12. Дифракционные решетки, монохроматоры и полихроматоры. Источники излучения в спектральных приборах.	ПК-2	Самостоятельная работа.
Тема 13. Спектрометры и спектрофотометры. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников по спектрам поглощения. Оценка толщины пленок по спектрам отражения.	ПК-2	Самостоятельная работа.
Тема 14. Устройство и принцип работы Фурье-спектрометра.	ПК-2	Самостоятельная работа.
Тема 15. Физическая природа ИК спектров поглощения и спектров комбинационного рассеяния.	ПК-2	Самостоятельная работа.
Тема 16. Поляризация света. Получение поляризованного света, поляризационные элементы. Математическое описание поляризации, анализ поляризованного света.	ПК-2	Самостоятельная работа.
Тема 17. Эллипсометрия, принцип работы эллипсометра.	ПК-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

1. Энергетические величины в оптике.
2. Световые величины в оптике.
3. Закон Ламберта, идеальная рассеивающая поверхность.

4. Законы излучения абсолютно черного тела (АЧТ).
5. Отражение, поглощение и пропускание излучения. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
6. Диффузное отражение и пропускание, haze-фактор. Фотометрический шар.
7. Пиргелиометры и термоэлектрические актинометры.
8. Пиранометры.
9. Спектральные приборы классического типа. Функция пространственно спектрального кодирования.
10. Аппаратная функция спектрального прибора.
11. Основные характеристики спектральных систем. Разрешающая способность, дисперсия.
12. Вознутая дифракционная решетка
13. Источники излучения в спектральных приборах.
14. Поляризаторы и анализаторы.
15. Фазовые пластинки.
16. Метод матриц Джонса.
17. Метод матриц Мюллера.
18. Анализ поляризованного излучения.
19. Принцип работы эллисометра. PSA и PCSA эллисометры. Спектроэллисометры.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Электромагнитное поле в вакууме. Волновое уравнение. Связь E и B .
2. Плотность потока электромагнитных волн. Усреднения в оптике.
3. Распространение электромагнитных волн в изотропных средах. Поляризация среды и затухание.
4. Основное уравнение дисперсии и его анализ. Область нормальной дисперсии.
5. Основное уравнение дисперсии и его анализ. Область аномальной дисперсии.
6. Квазимонохроматический свет. Спектральные линии излучения атомов. Групповая скорость.
7. Явления на границе раздела сред. Падение излучения по нормали.
8. Явление Брюстера. Поляризация света при отражении и преломлении.
9. Явление полного внутреннего отражения (ПВО). Ослабленное ПВО. Поляризация излучения при ПВО.
10. Распространение оптического излучения в проводящих средах. Отражение от поверхности металла.
11. Интерференция, реализуемая делением амплитуды. Интерференция в пластинах. Полосы равной толщины и равного наклона.
12. Интерферометр Майкельсона. Интерферометр Маха-Цендера.
13. Интерференция, реализуемая делением волнового фронта. Рефрактометр Рэлея.
14. Основные принципы Фурье-спектрометрии.
15. Многолучевая интерференция. Интерферометр Фабри-Перо.
16. Диэлектрические интерференционные слои. Просветление оптики. Интерференционные зеркала. Интерференционные фильтры.
17. Кардинальные элементы оптической системы. Построение изображений, увеличения в оптических системах. Формулы Гаусса и Ньютона.
18. Оптические системы. Линза и ее характеристики. Линза Френеля.
19. Оптический диапазон длин волн. Энергетические и световые величины в оптике.
20. Закон Ламберта, идеальная рассеивающая поверхность. Законы излучения абсолютно черного тела (АЧТ).
21. Отражение, поглощение и пропускание излучения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Диффузное отражение и пропускание, haze-фактор. Фотометрический шар.
22. Актинометрия. Пиргелиометры и термоэлектрические актинометры.

23. Актинометрия. Пиранометры.
24. Обобщенная оптическая схема спектрального прибора классического типа. Аппаратная функция спектрального прибора.
25. Основные характеристики спектральных систем. Разрешающая способность, дисперсия.
26. Дифракционная решетка и ее характеристики. Вогнутая дифракционная решетка
27. Призма и ее характеристики.
28. Монохроматоры и полихроматоры. Аппаратная функция монохроматора.
29. Источники излучения в спектральных приборах.
30. Поляризация света. Суперпозиция линейно-поляризованных или циркулярнополяризованных волн.
31. Поляризаторы и анализаторы. Фазовые пластинки.
32. Метод матриц Джонса и метод матриц Мюллера.
33. Поляризованного излучения. Принцип работы эллипсометра.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

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

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

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

Основная литература

1. Кузнецов, С. И. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики : учебное пособие / С.И. Кузнецов, А.М. Лидер. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2024. — 212 с. - ISBN 978-5-9558-0350-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2120774>.
2. Спектральные методы анализа: Учебное пособие / Пашкова Е.В., Волосова Е.В., Шипуля А.Н. - Москва :СтГАУ - "Агрус", 2017. - 56 с.: ISBN. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/976630>. – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

- 1) Бутиков Е.И. Оптика.- СПб.: BHV, 2003.-480 с.
- 2) Зайдель А.Н., Островская Г.В., Островский Ю.Н. Техника и практика спектроскопии.- М.: Наука. Гл.ред.физ.-мат. литературы, 1976.- 392 с.
- 3) Нагибина И. М. Спектральные приборы и техника спектроскопии [Текст] : учеб.пособие для вузов / И. М. Нагибина, В. К. Прокофьев. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М. : Машиностроение, 1967
- 4) Аззам Р.М., Башара Н.М. Эллипсометрия и поляризованный свет.- М.: Мир, 1981.
- 5) Василевский А.М., Коноплев Г.А. Панов М.Ф. Оптико-физические методы исследований :учеб. пособие -СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. 60 с.- <https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/643>
- 6) Василевский А.М., Коноплев Г.А. Панов М.Ф. Оптико-физические методы исследований: метод. указания к лабораторным работам - СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. 56 с.- <https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/642>
- 7) Ландсберг Г.С. Оптика.- М.: Физматлит, 2003.
- 8) Тарасов К. И. Спектральные приборы – М: Изд-во Машиностроение, 1968, 388 с.

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

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

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

Программное обеспечение обучения включает в себя:

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

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

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

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

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории),

оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

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

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Материаловедение и технологии наноматериалов»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель:

Савин В.В. - доктор физико-математических наук, профессор Института физико-математических наук и информационных технологий, БФУ им. И. Канта, Калининград, РФ
Савина Л.А. – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории физического материаловедения Института физико-математических наук и информационных технологий, БФУ им. И. Канта, Калининград, РФ

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

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В.Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Материаловедение и технологии наноматериалов».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1.Наименование дисциплины: «Материаловедение и технологии наноматериалов».

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

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

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-1</i> <i>Способен разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач.</i> <i>ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии.</i> <i>ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен знать : физико-механические, поверхностные, электромагнитные свойства функциональных материалов, в том числе, для элементов солнечной энергетики; основные типы испытаний функциональных материалов, в том числе для элементов солнечной энергетики; основные связи между структурой материалов и технологическими процессами, обеспечивающими заданные свойства функциональных материалов, в том числе для элементов солнечной энергетики. Студент должен уметь : выполнить испытания образцов материалов для элементов солнечной энергетики выбирать вспомогательные и расходные материалы в процессе

		испытаний образцов; выбирать контрольное, измерительное и испытательное оборудование; оценивать функциональные свойства материалов, в том числе для элементов солнечной энергетики на основе анализа результатов испытаний Студент должен владеть: навыками организовывать процесс испытания образцов; навыками анализировать результаты испытаний функциональных материалов, в том числе для элементов солнечной энергетики

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Материаловедение и технологии наноматериалов» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

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

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

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

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

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Тема 1. Введение. Научно-технический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения.</i>	<i>Современные проблемы теоретического и прикладного материаловедения и технологии материалов применительно к различным областям техники и технологии. Тенденции развития современного материаловедения. Социальные, экономические, экологические аспекты крупномасштабного производства, эксплуатации и регенерации материалов.</i>
2	<i>Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы</i>	<i>Типы и классы современных и перспективных неорганических и органических материалов. Механические и физические свойства, их значение при эксплуатации изделий, стандартные испытания, свойства, как показатели качества. Приёмы химической комбинаторики. Особенности создания материалов на основе диссипативных структур (открытые системы, диссипативные структуры, хаос. Принцип Кюри, соотношения Онсагера). Классификация наноматериалов. Примеры возможного применения наноматериалов и нанотехнологий. Наночастицы, наноструктуры и наноматериалы. Размерные эффекты. Основы разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации наноматериалов.</i>
3	<i>Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы</i>	<i>Классификация пористых материалов. Способы получения ячеистых материалов. Технология процесса вспенивания. Свойства и применение волокнистых и вспененных материалов. Тонкие плёнки и покрытия. Свойства тонких плёнок. Классификация покрытий и их назначение.</i>

		Сверхтвёрдые материалы. Синтетические алмазы. Методы получения. Механизмы фазового превращения «графит-алмаз». Свойства плёнок и кристаллов. Применение синтетических алмазов. Кристаллы на основе B_4N, C_3N_4 и др. Биоматериалы. Требования к биоматериалам. Классификация биокерамики по отношению к живой ткани. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью. Применения различных видов керамики в медицине. Стекло и аморфные материалы. Механизмы стеклообразования. Эмпирические правила классификации компонентов стекол. Аморфные металлы и металлические стёкла. Стеклокерамика. Реальная структура силикатных, боратных и фосфатных стекол. Высокочистые стёкла для световодов. Фотохромные стёкла. Прозрачная стеклокерамика. Аморфные полупроводники, технология ксерокса. Стали с метастабильным аустенитом и сплавы с памятью формы. Структура и свойства. Механизм эффекта памяти формы. Технологии изготовления. Области применения
4	Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы	Классификация керамических электротехнических материалов. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики и пьезоэлектрики. Примеры. Технологии изготовления и области применения сегнетоэлектриков, пьезоэлектриков и пьезоэлектриков. Жидкие кристаллы. Мономеры, нематики, смектики, фазовые диаграммы, хиральные структуры, LCD-дисплей, использование жидкокристаллических матриц для получения мезопористых структур, наноматериалов и биосенсоров. Полупроводники и светоизлучающие элементы. Основные типы полупроводниковых материалов. Кристаллические структуры основных полупроводниковых материалов. Принцип действия основных полупроводниковых устройств (диод, транзистор, фотоэлемент, СИЭ, лазер, преобразование солнечной энергии). Проблемы и тенденции в современной

		технологии полупроводников. Суперионные проводники. Применение твёрдых электролитов (источники тока на основе кобальтитов, манганитов и никелатов лития, материалы микробатарей кардиостимуляторов, топливные элементы, химические датчики). Технологии производства твёрдых электролитов. Сверхпроводящие материалы. Взаимосвязь состав — структура — свойство для высокотемпературных сверхпроводников на основе купратов. Методы получения. Области и перспективы применения. Магнитные наноматериалы. Функциональные параметры. Области применения, взаимосвязь структуры и свойств. Материалы с эффектом гигантского и колоссального магнитного сопротивления. Материалы для фотоники. Светочувствительные материалы, люминесценция, фотолюминесценция, пиро-, трибо-, электролюминесценция, оптоволокно, фотонные кристаллы, нелинейно-оптические кристаллы, болометры, фотоумножители, ночное видение, голография
5	Тема 5. Лазерная обработка материалов	Принцип действия и типы лазеров: газовый лазер, газодинамический лазер, полупроводниковый лазер, параметрический лазер, жидкостные лазеры. Лазерная обработка металлов. Методы лазерной наплавки порошков. Применение лазерных технологий
6	Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).	Сущность процесса электроэрозионной обработки. Сведения о единичной лунке. Расчётные формулы и зависимости параметров ЭЭО
7	Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов	Сущность процесса абразивной доводки. Области применения процесса абразивной доводки и полировки в нанометровом диапазоне. Абразивные материалы, притиры и методы доводки плоскостей деталей. Влияние технологических факторов на качественные показатели процесса доводки. Обзор схем плоскодоводочных

		станков
8	Тема 8. Сканирующая электронная микроскопия	Физические принципы взаимодействия электронного пучка с образцом. Схема растрового электронного микроскопа, назначение его узлов и их функционирование. Подготовка объектов для исследований и особые требования к ним. Задачи, решаемые с помощью сканирующей электронной микроскопии
9	Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов	Малоугловое рассеяние. Исследование материалов с использованием синхротронного излучения Электронная спектроскопия. Спектроскопические методы исследования структурных и энергетических характеристик поверхности Спектроскопические методы для анализа химического состава поверхности. Малоугловое рассеяние. Исследование материалов с использованием синхротронного излучения.
10	Тема 10. Заключение.	Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и наноматериалов

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

Тема 1. Введение. Научно-технический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения.

Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы.

Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы

Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы.

Тема 5. Лазерная обработка материалов

Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).

Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов

Тема 8. Сканирующая и растровая электронная микроскопия

Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов.

Тема 10. Заключение. Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и наноматериалов.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1. Введение. Научно-технический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения

Современные проблемы теоретического и прикладного материаловедения и технологии материалов применительно к различным областям техники и технологии. Тенденции развития современного материаловедения. Социальные, экономические, экологические аспекты крупномасштабного производства, эксплуатации и регенерации материалов.

Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы.

Типы и классы современных и перспективных неорганических и органических материалов. Механические и физические свойства, их значение при эксплуатации изделий, стандартные испытания, свойства, как показатели качества. Приёмы химической комбинаторики. Особенности создания материалов на основе диссипативных структур (открытые системы, диссипативные структуры, хаос. Принцип Кюри, соотношения Онсагера).

Классификация наноматериалов. Примеры возможного применения наноматериалов и нанотехнологий. Наночастицы, наноструктуры и наноматериалы. Размерные эффекты. Основы разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации наноматериалов.

Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы.

Классификация пористых материалов. Способы получения ячеистых материалов. Технология процесса вспенивания. Свойства и применение волокнистых и вспененных материалов. Тонкие плёнки и покрытия. Свойства тонких плёнок. Классификация покрытий и их назначение. Сверхтвёрдые материалы. Синтетические алмазы. Методы получения. Механизмы фазового превращения «графит-алмаз». Свойства плёнок и кристаллов. Применение синтетических алмазов. Кристаллы на основе B₄N, C₃N₄ и др. Биоматериалы. Требования к биоматериалам. Классификация биокерамики по отношению к живой ткани. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью. Применения различных видов керамики в медицине. Стекло и аморфные материалы. Механизмы стеклообразования. Эмпирические правила классификации компонентов стекол. Аморфные металлы и металлические стёкла. Стеклокерамика. Реальная структура силикатных, боратных и фосфатных стекол. Высокочистые стёкла для световодов. Фотохромные стёкла. Прозрачная стеклокерамика. Аморфные полупроводники, технология ксерокса. Стали с метастабильным аустенитом и сплавы с памятью формы. Структура и свойства. Механизм эффекта памяти формы. Технологии изготовления. Области применения.

Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы.

Классификация керамических электротехнических материалов. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики и пьезоэлектрики. Примеры. Технологии изготовления и области применения сегнетоэлектриков, пьезоэлектриков и пьезоэлектриков. Жидкие кристаллы. Мономеры, нематики, смектики, фазовые диаграммы, хиральные структуры, LCD-дисплей, использование жидкокристаллических матриц для получения мезопористых структур, наноматериалов и биосенсоров. Полупроводники и светоизлучающие элементы. Основные типы полупроводниковых материалов. Кристаллические структуры основных полупроводниковых материалов. Принцип действия основных полупроводниковых устройств (диод, транзистор, фотоэлемент, СИЭ, лазер, преобразование солнечной энергии). Проблемы и тенденции в современной технологии полупроводников. Суперионные проводники. Применение твёрдых электролитов (источники тока на основе кобальтитов, манганитов и никелатов лития, материалы микробатарей кардиостимуляторов, топливные элементы, химические датчики). Технологии производства твёрдых электролитов. Сверхпроводящие материалы. Взаимосвязь состав — структура — свойство для высокотемпературных сверхпроводников на основе купратов. Методы получения. Области и перспективы применения. Магнитные наноматериалы. Функциональные параметры. Области применения, взаимосвязь структуры и свойств. Материалы с эффектом гигантского и колоссального магнитного сопротивления. Материалы для фотоники. Светочувствительные материалы, люминесценция, фотолюминесценция, пиро-, трибо-, электролюминесценция, оптоволокно, фотонные кристаллы, нелинейно-оптические кристаллы, болометры, фотоумножители, ночное видение, голография.

Тема 5. Лазерная обработка материалов.

Принцип действия и типы лазеров: газовый лазер, газодинамический лазер, полупроводниковый лазер, параметрический лазер, жидкостные лазеры. Лазерная обработка металлов. Методы лазерной наплавки порошков. Применение лазерных технологий.

Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).

Сущность процесса электроэрозионной обработки. Сведения о единичной лунке. Расчётные формулы и зависимости параметров ЭЭО.

Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов.

Сущность процесса абразивной доводки. Области применения процесса абразивной доводки и полировки в нанометровом диапазоне. Абразивные материалы, притиры и методы доводки плоскостей деталей. Влияние технологических факторов на качественные показатели процесса доводки. Обзор схем плоскодоводочных станков.

Тема 8. Сканирующая электронная микроскопия.

Физические принципы взаимодействия электронного пучка с образцом. Схема растрового электронного микроскопа, назначение его узлов и их функционирование. Подготовка объектов для исследований и особые требования к ним. Задачи, решаемые с помощью сканирующей электронной микроскопии.

Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов.

Малоугловое рассеяние. Исследование материалов с использованием синхротронного излучения Электронная спектроскопия. Спектроскопические методы исследования структурных и энергетических характеристик поверхности Спектроскопические методы для анализа химического состава поверхности. Малоугловое рассеяние. Исследование материалов с использованием синхротронного излучения.

Тема 10. Заключение.

Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и наноматериалов.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:

Тема 1. Введение. Научно-технический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения

Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы.

Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы.

Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы.

Тема 5. Лазерная обработка материалов.

Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).

Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов.

Тема 8. Сканирующая электронная микроскопия.

Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов.

Тема 10. Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и наноматериалов.

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:

Тема 1. Введение. Научно-технический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения

Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы.

Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы.

Тема 4. Современные и перспективные электротехнические материалы.

Тема 5. Лазерная обработка материалов.

Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО).

Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов.

Тема 8. Сканирующая электронная микроскопия.

Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов.

Тема 10. Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и наноматериалов.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое

обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и 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 контролируемо й компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1. Введение. Научно-технический прогресс и требования к материалам, их свойствам и способам получения</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 2. Основные свойства, принципы выбора и физико-химические принципы конструирования новых материалов. Наноматериалы</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа</i> <i>Тестовые задания</i>
<i>Тема 3. Функциональные металлические, керамические, композиционные материалы</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 4. Современные и перспективные электротехнические</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа</i>

<i>материалы</i>		
<i>Тема 5. Лазерная обработка материалов</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 6. Технология электроэрозионной обработки (ЭЭО)</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 7. Технология финишной абразивной обработки материалов</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа.</i>
<i>Тема 8. Сканирующая и растровая электронная микроскопия</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 9. Спектроскопические методы исследований материалов</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
<i>Тема 10. Заключение. Проблемы и пути их решения при создании новых функциональных и наноматериалов</i>	<i>ПК-1</i>	<i>Самостоятельная работа</i>

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Материалы для оценки знаний (типовые тестовые задания)

№ 1. К какой группе металлов принадлежит железо и его сплавы?

А) К тугоплавким. В) К черным. С) К диамагнетикам. D) К металлам с высокой удельной прочностью.

№ 2. Какой из приведенных ниже металлов (сплавов) относится к черным?

А) Латунь. В) Коррозионностойкая сталь. С) Баббит. D) Дуралюмины.

№3. Как называют металлы с температурой плавления выше температуры плавления железа?

А) Тугоплавкими. В) благородными. С) Черными. D) Редкоземельными.

№ 4. К какой группе металлов относится вольфрам?

А) К актиноидам. В) К благородным. С) К редкоземельным. D) К тугоплавким.

№ 5. В какой из приведенных ниже групп содержатся только тугоплавкие металлы? .

А) Никель, алюминий. В) Титан, актиний. С) Молибден, цирконий. D) Вольфрам, железо.

№ 6. К какой группе металлов (сплавов) относится магний?

А) К легкоплавким. В) К благородным. С) К легким. D) К редкоземельным.

№ 7. В какой из приведенных ниже групп содержатся только легкие металлы?

А) Титан, медь. В) Серебро, хром. С) Алюминий, олово. D) Магний, бериллий.

№ 8. В какой из приведенных ниже групп содержатся только легкоплавкие металлы?

А) Индий, магний В) Олово, свинец. С) Сурьма, никель. D) Цинк, кобальт.

№ 9. Что является одним из признаков металлической связи?

А) Скомпенсированность собственных моментов электронов. В) Образование кристаллической решетки. С) Обобществление валентных электронов в объеме всего тела. D) Направленность межатомных связей.

№ 10. Какое свойство металлов может быть объяснено отсутствием направленности межатомных связей?

А) Парамагнетизм. В) Электропроводность. С) Анизотропностью. D) Высокая компактность.

№ 11. Какой из признаков принадлежит исключительно металлам?

А) Металлический блеск. В) Наличие кристаллической структуры. С) Высокая электропроводность. D) Прямая зависимость электросопротивления от температуры.

№ 12. Чем объясняется высокая теплопроводность металлов?

А) Наличием незаполненных подуровней в валентной зоне. В) Взаимодействием ионов, находящихся в узлах кристаллической решетки. С) Дрейфом электронов. D) Нескомпенсированностью собственных моментов электронов.

№ 13. Что такое магнитный домен?

А) Единица размера металлического зерна. В) Область спонтанной намагниченности ферромагнетика. С) Вид дефекта кристаллической структуры. D) Участок металлического зерна с ненарушенной кристаллической решеткой.

Кристаллическое строение металлов и дефекты кристаллических структур

№ 14. Что такое элементарная кристаллическая ячейка?

А) Тип кристаллической решетки, характерный для данного химического элемента.

В) Минимальный объем кристаллической решетки, при трансляции которого по координатным осям можно воспроизвести всю решетку. С) Кристаллическая ячейка, содержащая один атом.

D) Бездефектная (за исключением точечных дефектов) область кристаллической решетки.

№ 15. Что такое базис кристаллической решетки?

А) Минимальный объем кристаллической решетки, при трансляции которого по координатным осям можно воспроизвести всю решетку. В) Расстояние между соседними одноименными кристаллическими плоскостями. С) Число атомов, находящихся на наименьшем равном расстоянии от любого данного атома. D) Совокупность значений координат всех атомов, входящих в элементарную ячейку.

№ 16. Какие из представленных на рисунке элементарных ячеек кристаллических решеток относятся к простым (рис. 2)?

А) А и D. В) В и С. С) А и С. D) В и D.

№ 17. Какова химическая формула сплава, кристаллическая решетка которого представлена на рис. 4?

А) A_2B . В) A_8B . С) A_4B . D) AB .

№ 18. Как называется свойство, состоящее в способности вещества существовать в различных кристаллических модификациях?

А) Полиморфизм. В) Изомерия. С) Анизотропия. D) Текстура.

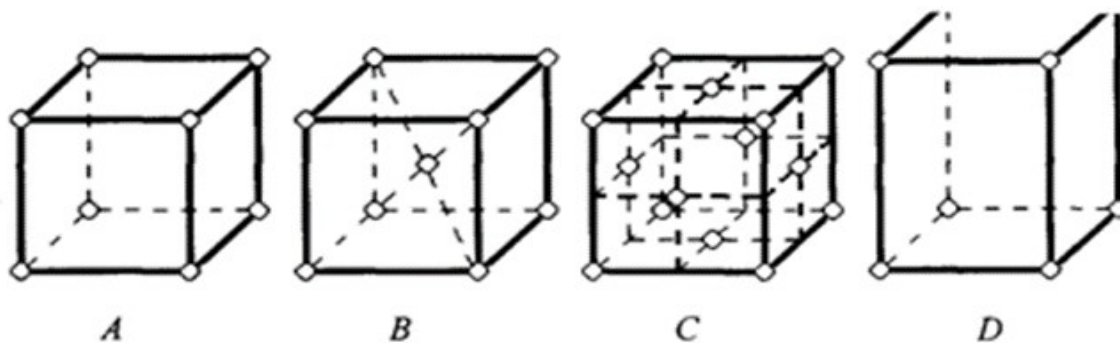


Рис. 2

№ 19. Как называется характеристика кристаллической решетки, определяющая число атомов, находящихся на наименьшем равном расстоянии от любого данного атома?

А) Базис решетки. В) Параметр решетки. С) Коэффициент компактности. D) Координационное число.

№ 20. Каково координационное число кристаллической решетки, элементарная ячейка которой представлена на рис. 5?

А) 8. В) 12. С) 6. D) 12

№ 21. Почему вещества, обладающие кристаллической решеткой, представленного на рис. 6 типа, не образуют растворов внедрения с высокой концентрацией растворенного компонента?

А) Из-за наличия в решетке доли ковалентной связи. В) В решетке нет крупных пор для размещения атомов примеси. С) Решетка обладает высокой степенью компактности. D) Подобные решетки образуют высококонцентрированные растворы.

№ 22. Какое из изменений характеристик кристаллической решетки приведет к росту плотности вещества?

А) Увеличение параметров решетки. В) Уменьшение количества пор в элементарной ячейке. С) Увеличение числа атомов в ячейке. D) Увеличение координационного числа.

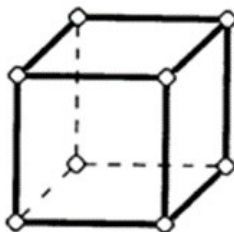


Рис. 5

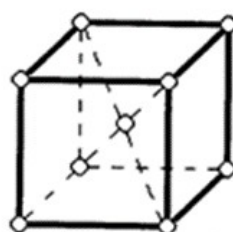


Рис. 6

№ 23. Как называется характеристика кристаллической решетки, определяющая отношение объема атомов, приходящихся на элементарную ячейку, к объему ячейки?

А) Коэффициент компактности. В) Координационное число. С) Базис решетки. D) Параметр решетки.

№ 24. Каковы индексы кристаллографического направления ОВ (рис. 7)?

А) (121) . В) $[-121]$. С) $[122]$. D) $[0,5; 1; 0,5]$.

№ 25. Каковы кристаллографические индексы заштрихованной плоскости (рис. 8)?

А) (111) . В) (011) . С) (220) . D) (100) .

№ 26. Как называется явление, заключающееся в неоднородности свойств материала в различных кристаллографических направлениях?

А) Изотропность. В) Анизотропия. С) Текстура. D) Полиморфизм.

№ 27. Какие тела обладают анизотропией?

А) Текстурированные поликристаллические материалы. В) Ферромагнитные материалы. С) Поликристаллические вещества. D) Аморфные материалы.

№ 28. Какие тела обладают анизотропией?

А) Парамагнетики. В) Монокристаллы. С) Вещества, обладающие полиморфизмом.

D) Переохлаждённые жидкости.

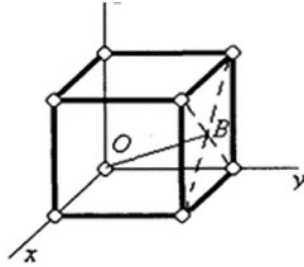


Рис. 7

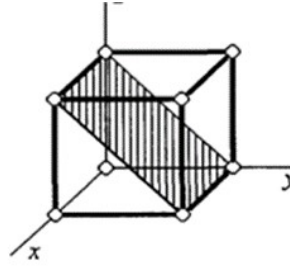


Рис. 8

№ 29. Какую группу дефектов представляют собой искажения, охватывающие области в радиусе 6 ... 7 периодов кристаллической решетки?

A) Поверхностные. B) Объемные. C) Точечные. D) Линейные.

№ 30. Как называется дефект, вызванный отсутствием атома в узле кристаллической решетки?

A) Дислокация. B) Пора. C) Вакансия. D) Межузельный атом.

№ 31. Какого рода дефект кристаллической структуры представлен на рис. 11?

A) Примесный атом внедрения. B) Межузельный атом. C) Примесный атом замещения. D) Вакансия.

№ 32. Как называется элемент кристаллической структуры, помеченный на рис. 12 знаком вопроса?

A) Плоскость скольжения. B) Краевая дислокация. C) Цепочка межузельных атомов. D) Экстраплоскость.

№ 33. Как называются дефекты, измеряемые в двух направлениях несколькими периодами, а в третьем - десятками и сотнями тысяч периодов кристаллической решетки?

A) Межузельные атомы. B) Поверхностные дефекты. C) Дислокации. D) Микротрещины.

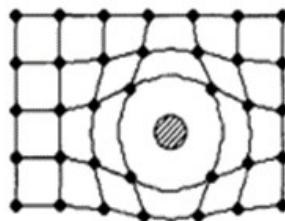


Рис. 11

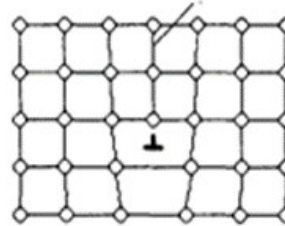


Рис. 12

№ 34. Что такое экстраплоскость?

A) Плоскость раздела фрагментов зерна или блоков мозаичной структуры. B) Поверхностный дефект кристаллической решетки. C) Атомная полуплоскость, не имеющая продолжения в нижней или верхней частях кристаллической решетки. D) Атомная плоскость, по которой происходит скольжение одной части кристалла относительно другой.

№ 35. Как называется дефект, представляющий собой область искажений кристаллической решетки вдоль края экстраплоскости?

A) Краевая дислокация. B) Цепочка вакансий. C) Микротрещина. D) Винтовая дислокация.

№ 36 представляет собой переходную область в 3 ... 4 периода от кристаллической решетки одной ориентации к решетке другой ориентации". О какой структуре идет речь?

A) Об атмосфере Коттрелла. B) О винтовой дислокации. C) О большеугловой (межзеренной) границе. D) О малоугловой (межблочной) границе.

Теория сплавов

№ 37. Какими факторами определяется кристаллизация?

A) Числом частиц нерастворимых примесей и наличием конвективных потоков. B) Числом центров кристаллизации и скоростью роста кристаллов из этих центров. C) Степенью переохлаждения сплава. D) Скоростью отвода тепла.

№ 38. Чем определяется форма зерен металла?

А) Условиями столкновения растущих зародышей правильной формы. В) Формой частиц нерастворимых примесей, на которых протекает кристаллизация. С) Интенсивностью тепловых потоков. D) Формой кристаллических зародышей.

№ 39. Как зависит размер зерен металла от степени переохлаждения его при кристаллизации?

А) Чем больше степень переохлаждения, тем крупнее зерно. В) Размер зерна не зависит от степени переохлаждения. С) Чем больше степень переохлаждения, тем мельче зерно. D) Зависимость неоднозначна: с увеличением переохлаждения зерно одних металлов растет, других - уменьшается.

№ 40. Какую структуру можно ожидать, если при кристаллизации достигнута степень переохлаждения n_1 (рис 15)?

А) Любую. Характер структуры мало зависит от степени переохлаждения. В) Аморфную. С) Крупнокристаллическую. D) Мелкокристаллическую.

№ 41. Как называется структура, схема которой представлена на рис. 16?

А) Дендрит. В) Блок мозаичной структуры. С) Сложная кристаллическая решетка. D) Ледебурит.

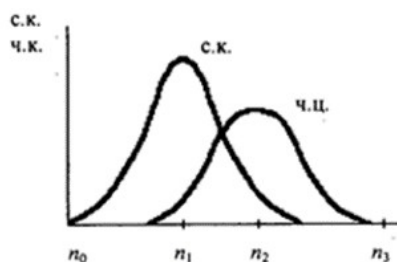


Рис. 15



Рис. 16

Виды сплавов

№ 42. Микроструктура какого сплава представлена на рис. 17?

А) Твердого раствора внедрения. В) Твердого раствора замещения. С) Механической смеси. D) Химического соединения.

№ 43. Микроструктура какого сплава представлена на рис. 18?

А) Механической смеси. В) Чистого металла. С) Химического соединения. D) Твердого раствора.

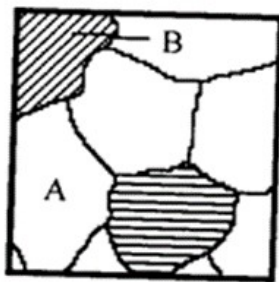


Рис. 17

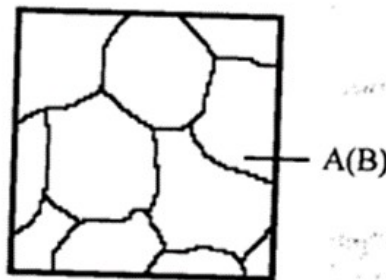


Рис. 18

№ 44. Кристаллическая решетка какого сплава представлена на рис. 19?

А) Механической смеси. В) Твердого раствора внедрения. С) Химического соединения. D) Твердого раствора замещения.

№ 45. Какому типу сплавов принадлежит кристаллическая решетка, представленная на рис. 20?

А) Твердому раствору внедрения. В) Твердому раствору замещения. С) Химическому соединению. D) Механической смеси.

№ 46. К какому типу принадлежит сплав, кристаллическая решетка которого представлена на рис. 21?

А) К химическим соединениям. В) К твердым растворам замещения. С) К твердым растворам внедрения. D) К механическим смесям.

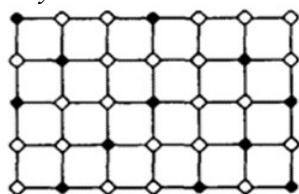
№ 47. К какому типу принадлежит сплав, кристаллическая решетка которого представлена на рис. 22?

А) К химическим соединениям. В) К твердым растворам внедрения. С) К твердым растворам замещения. D) К механическим смесям.

№ 48. На рис. 23 представлены кристаллические решетки, принадлежащие сплавам одной системы. Какая это система?

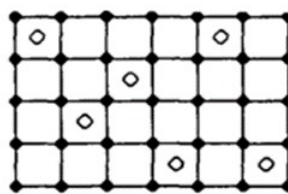
В системе...

А) компоненты ограниченно растворяются друг в друге. В) компоненты неограниченно растворяются друг в друге. С) отсутствует взаимная растворимость компонентов. D) компоненты образуют устойчивое химическое соединение.



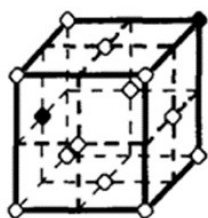
○ - компонент А
● - компонент В

Рис. 19



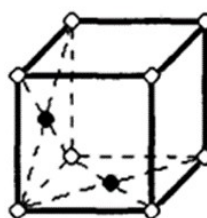
○ - компонент А
● - компонент В

Рис. 20



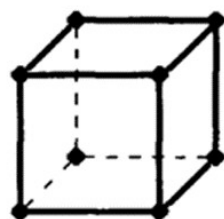
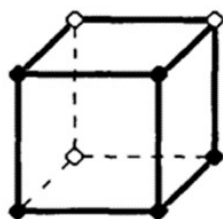
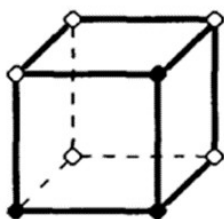
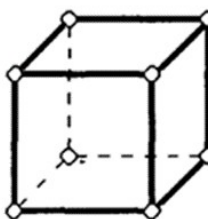
○ - компонент А
● - компонент В

Рис. 21



○ - компонент А
● - компонент В

Рис. 22



○ - компонент А ● - компонент В

Рис. 23

№ 49. Для каких сплавов компонентов А и В характерно равенство $A(B) = B(A)$?

А) Для твердых растворов внедрения. В) Для механических смесей. С) Для химических соединений. D) Для неограниченных твердых растворов.

№ 50. Возможна ли 100-процентная концентрация растворяемого компонента в решетке растворителя?

А) Возможна в системе с химическими соединениями. В) Нет. С) Возможна в системе механических смесей. D) Возможна в системе неограниченных твердых растворов.

№ 51. Какой вид имеет уравнение правила фаз?

А) $C = K + F - 1$. В) $C = F + K + 1$. С) $C = F - K + 1$. D) $C = K - F + 1$.

№ 52. Каким отрезком определяется концентрация компонента А в точке t диаграммы состояния (рис. 24)?

А) Am . В) fm . С) mB . D) cf

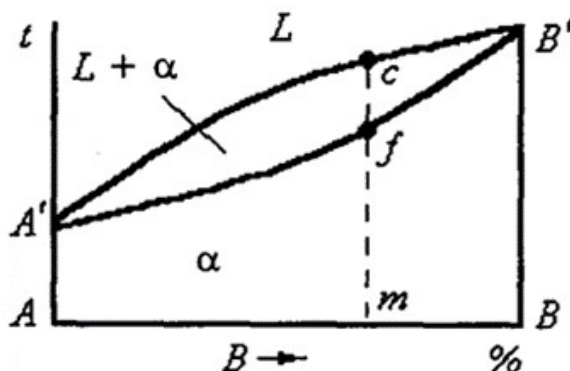


Рис. 24

№ 53. Какая диаграмма состояния представлена на рис. 25?

- A) Однокомпонентная диаграмма. B) Диаграмма с химическим соединением.
C) Диаграмма с отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии.
D) На рисунке представлена не диаграмма, а лишь ее температурная ось.

№ 54. Какая диаграмма состояния представлена на рис. 26?

- A) С неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.
B) С химическим соединением. C) С отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии.
D) С ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.

№ 55. Что такое эвтектика?

- A) Вещество, образующееся при некотором соотношении компонентов и имеющее кристаллическую решетку, отличную от решеток, составляющих эвтектику веществ.
B) Механическая смесь двух компонентов. C) Неограниченный твердый раствор компонентов друг в друге. D) Механическая смесь, образующаяся в результате одновременной кристаллизации компонентов или твердых растворов из жидкого раствора.

№ 56. Диаграмма состояния какого типа представлена на рис. 27?

- A) С неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.
B) С ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.
C) С неустойчивым химическим соединением. D) С отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии.

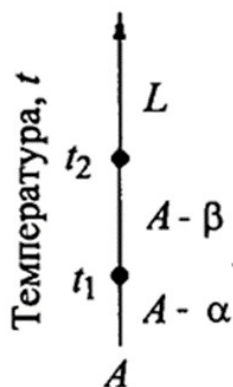


Рис. 25

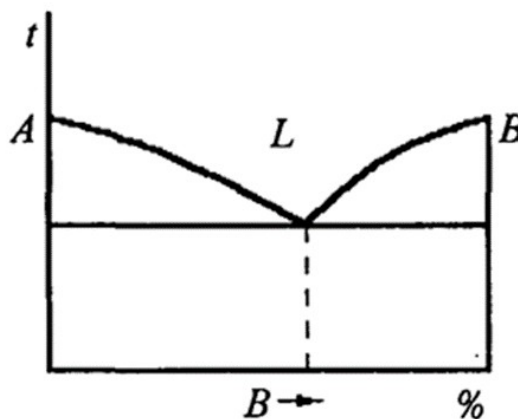


Рис. 26

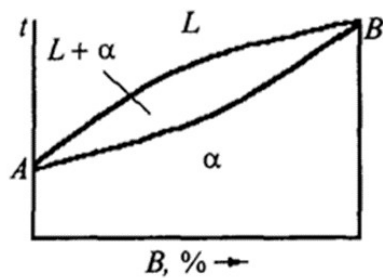


Рис. 27

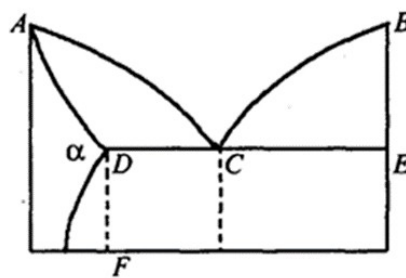


Рис. 28

№ 57. Какая диаграмма состояния представлена на рис. 28?

- A) С неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.
 B) С ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.
 C) С химическим соединением. D) С отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии.

№ 58. Отношением каких отрезков определяется количество кристаллической фазы в сплаве / - / в точке $\underline{b}$ (рис. 29)?

- A) $bclac$. B) $bclab$. C) ab/ac . D) ab/bc .

№ 59. В каком из сплавов эвтектическая реакция займет больше времени, если скорость кристаллизации во всех сплавах одинакова (рис. 30)?

- A) e. B) c. C) Во всех сплавах одинаково. D) d.

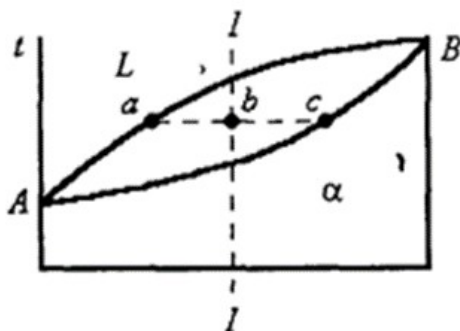


Рис. 29

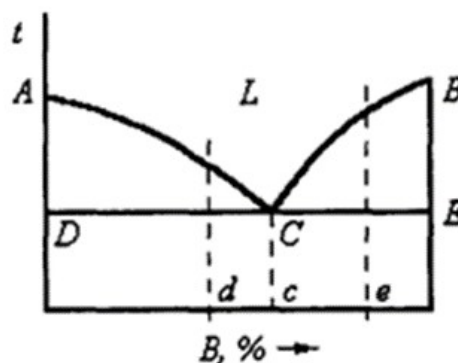


Рис. 30

№ 60. При каких температурных условиях кристаллизуются чистые металлы?

- A) В зависимости от природы металла температура может снижаться в одних случаях, повышаться в других и оставаться постоянной в третьих. B) При снижающейся температуре. C) При растущей температуре. D) При постоянной температуре.

№ 61. При каких температурных условиях кристаллизуются сплавы в системе с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии?

- A) Все сплавы кристаллизуются при снижающейся температуре.
 B) Кристаллизация сплавов протекает при снижающейся температуре, завершается - при постоянной.
 C) Все сплавы кристаллизуются при постоянной температуре.
 D) Сплавы кристаллизуются при растущей температуре (из-за выделения скрытой теплоты кристаллизации).

№ 62. При каких температурных условиях кристаллизуются эвтектики в двухкомпонентных сплавах?

- A) При снижающейся температуре. B) В зависимости от вида сплава температура может расти в одних случаях, снижаться в других и оставаться постоянной в третьих.
 C) При постоянной температуре. D) При растущей температуре.

№ 63. Как меняется температура сплавов системы с отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии в процессе кристаллизации?

А) Снижается (кроме эвтектического сплава), завершается кристаллизация всех сплавов при постоянной температуре. В) Остается постоянной. С) Снижается. D) Снижается (кроме эвтектического сплава), завершается кристаллизация некоторых сплавов при постоянной температуре.

№ 64. В чем состоит отличие эвтектоидного превращения от эвтектического?

А) При эвтектоидном превращении возникают промежуточные фазы, при эвтектическом - механические смеси. В) Принципиальных отличий нет. Это однотипные превращения.

С) При эвтектоидном превращении распадается твердый раствор, при эвтектическом - жидкий. D) При эвтектоидном превращении из твердых растворов выделяются вторичные кристаллы, при эвтектическом - из жидкости - первичные.

№ 65. Какому сплаву (каким сплавам) принадлежит кривая охлаждения В (рис.31)?

А) d. В) a и d. С) b. D) b и c.

№ 66. Какая из приведенных структур принадлежит сплаву 1 - 1 при комнатной температуре (рис. 32)?

А) В. В) С. С) А. D) D.

№ 67. В какой из диаграмм (рис. 33) имеется неустойчивое химическое соединение?

А) D. В) С. С) В. D) А.

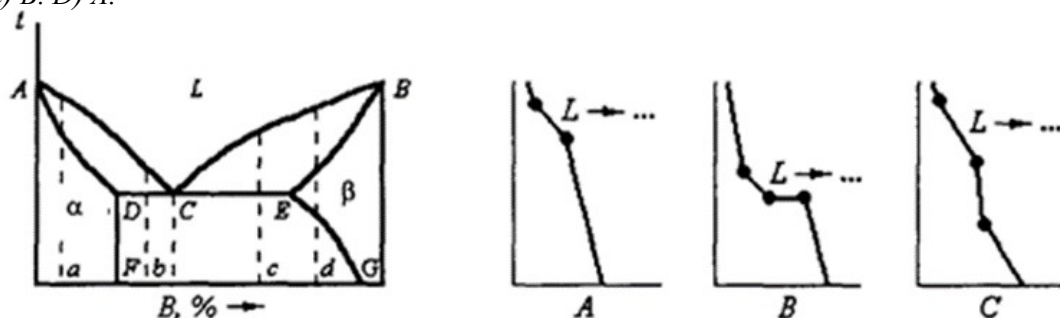


Рис. 31

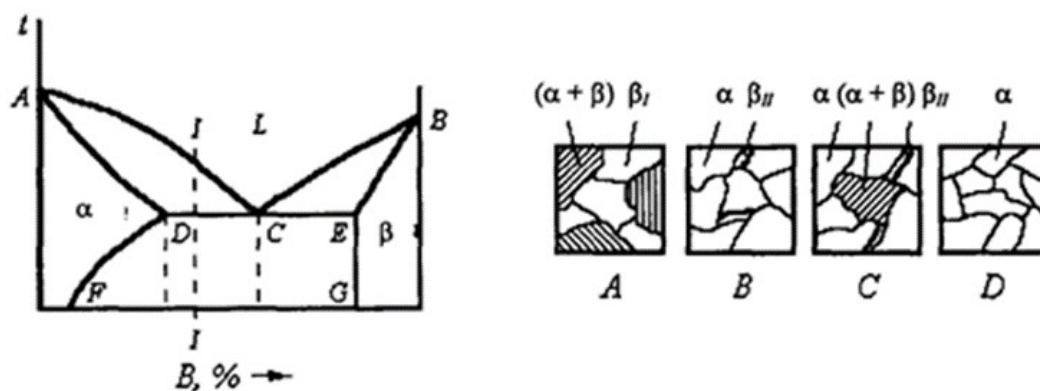


Рис. 32

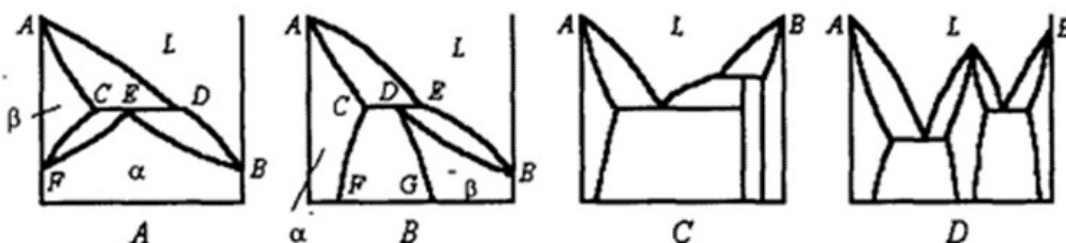


Рис. 33

№ 68. На рис. 34 представлена диаграмма состояния с полиморфным превращением компонента А. Какое из суждений о диаграмме справедливо?

А) Высокотемпературная модификация компонента А изоморфна В.

В) Тип кристаллической решетки компонента А отличен от В.

С) Низкотемпературная модификация А изоморфна компоненту В.

D) Компонент A имеет кристаллическую решетку того же типа, что и компонент B.

№ 69. Какое из суждений относительно приведенной на рис. 35 диаграммы справедливо?

На рис. 35 приведена диаграмма...

A) A - B. Компоненты A и B неограниченно растворяются друг в друге.

B) с полиморфным превращением. Обе модификации A изоморфны компоненту B.

C) с эвтектикой. Низкотемпературная модификация A и компонент B имеют однокристаллические решетки.

D) с перитектикой. Компонент A имеет полиморфное превращение. Низкотемпературная модификация A изоморфна B.

№ 70. В какой диаграмме (каких диаграммах) состояния есть полиморфное превращение (рис. 36)?

A) D. B) A. C) C. D) B и C.

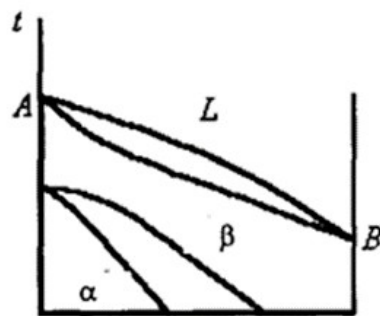


Рис. 34

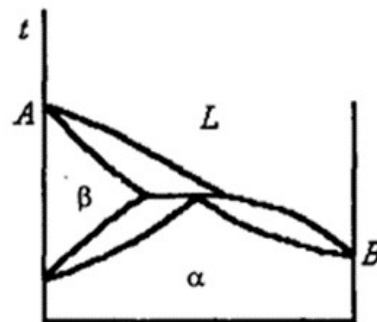


Рис. 35

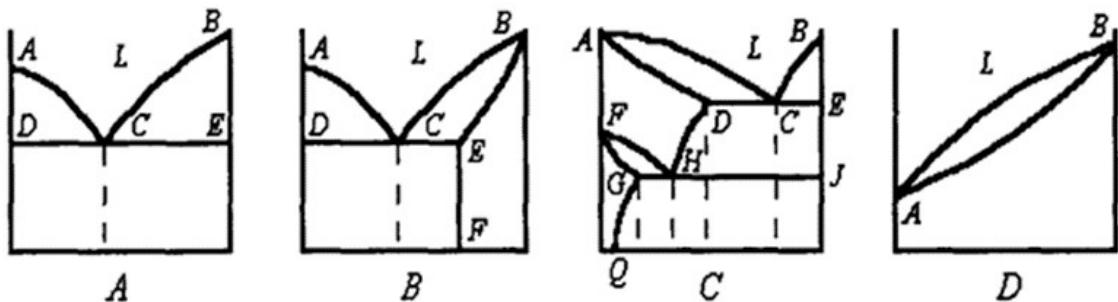


Рис. 36

№ 71. Каков состав сплава в точке z (рис. 37) тройной системы ABC?

A) A = 30 %, B = 60 %, C = 10 %. B) A = 10 %, B = 60 %, C = 30 %. C) A = 60 %, B = 10 %, C = 30 %. D) A = 10 %, B = 30 %, C = 60 %. D) Температура перехода в хрупкое состояние.

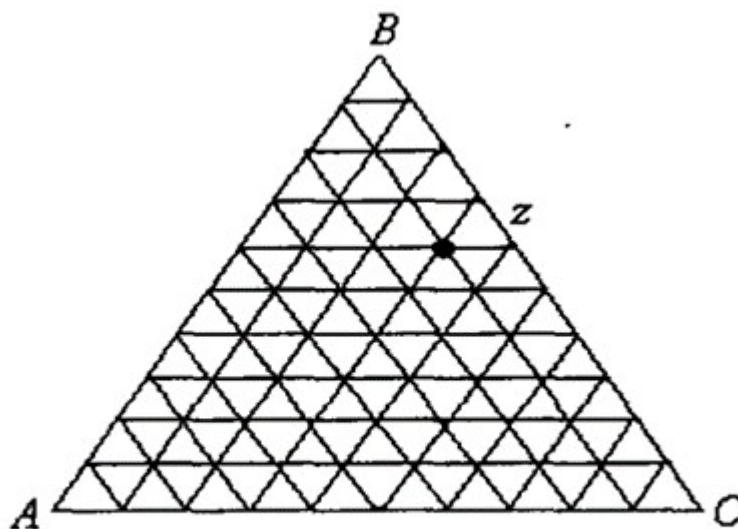


Рис. 37

№ 72. Как влияет поверхностное упрочнение на чувствительность металла к концентраторам напряжений?

- А) Не влияет на чувствительность. В) Характер влияния зависит от вида упрочнения.
 С) Понижает чувствительность. D) Повышает чувствительность.

№ 73. Что такое длительная прочность?

- А) Напряжение, вызывающее разрушение при определенной температуре за данный отрезок времени. В) Свойство материала сопротивляться развитию постепенного разрушения, обеспечивая работоспособность детали в течение заданного времени.
 С) Долговечность детали от момента зарождения первой макроскопической трещины усталости до разрушения.
 D) Напряжение, вызывающее заданную скорость деформации при данной температуре.

№ 74. Что такое предел ползучести?

- А) Этап ползучести, предшествующий разрушению, при котором металл деформируется с постоянной скоростью. В) Напряжение, при котором пластическая деформация достигает заданной малой величины, установленной условиями. С) Напряжение, которому соответствует пластическая деформация 0,2 %. D) Напряжение, вызывающее данную скорость деформации при данной температуре.

№ 75. Что такое удельные механические свойства?

- А) Отношение прочностных свойств материала к его пластичности.
 В) Отношение механических свойств материала к его плотности. С) Отношение механических свойств материала к площади сечения изделия. D) Отношение механических свойств материала к соответствующим свойствам железа.

№ 76. Как называется явление упрочнения материала под действием пластической деформации?

- А) Текстура. В) Улучшение. С) Деформационное упрочнение. D) Полигонизация

№ 77. Что такое критическая степень деформации?

- А) Степень деформации, приводящая после нагрева деформированного материала к гигантскому росту зерна. В) Степень деформации, при которой достигается наибольшая возможная плотность дефектов кристаллической структуры. С) Минимальная степень деформации, при которой запас вязкости материала становится равным нулю. D) Минимальная степень деформации, при которой рекристаллизационные процессы не вызывают роста зерна.

№ 78. Что такое рекристаллизация? Это группа явлений, происходящих при нагреве деформированного металла и охватывающих...

- А) процессы образования субзерен с малоугловыми границами, возникающими при скольжении и переползании дислокаций. В) все изменения кристаллического строения и связанных с ним свойств.

С) процессы зарождения и роста новых зерен с меньшим количеством дефектов строения. D) изменения тонкой структуры (главным образом уменьшение количества точечных дефектов).

№ 79. Что такое отдых? Это группа явлений, происходящих при нагреве деформированного металла и охватывающих...

А) процессы зарождения и роста новых зерен с меньшим количеством дефектов строения. В) процессы образования субзерен с малоугловыми границами, возникающими при скольжении и переползании дислокаций. С) изменения тонкой структуры (главным образом уменьшение количества точечных дефектов). D) все изменения кристаллического строения и связанных с ним свойств.

№ 80. Что такое возврат?

Это группа явлений, происходящих при нагреве деформированного металла и охватывающих...

А) процессы образования субзерен с малоугловыми границами, возникающими при скольжении и переползании дислокаций. В) изменения тонкой структуры (главным образом уменьшение количества точечных дефектов). С) процессы зарождения и роста новых зерен с меньшим количеством дефектов строения. D) все изменения кристаллического строения и связанных с ним свойств.

№ 81. Что такое полигонизация?

Это группа явлений, происходящих при нагреве деформированного металла и охватывающих...

А) процессы зарождения и роста новых зерен с меньшим количеством дефектов строения. В) процессы образования субзерен с малоугловыми границами, возникающими при скольжении и переползании дислокаций. С) изменения тонкой структуры (главным образом уменьшение количества точечных дефектов). D) все изменения кристаллического строения и связанных с ним свойств.

№ 82. Какое деформирование металла называют холодным?

А) Деформирование, при котором не возникает деформационное упрочнение.

В) Деформирование при температуре ниже температуры рекристаллизации.

С) Деформирование при комнатной температуре. D) Деформирование при отрицательных температурах.

№ 83. Как зависит температура рекристаллизации металла от его чистоты?

А) Чем чище металл, тем выше температура рекристаллизации.

В) Температура рекристаллизации не зависит от чистоты металла.

С) Для металлов зависимость имеет знак плюс (чем чище металл, тем выше температура), для легированных сплавов - минус. D) Чем чище металл, тем ниже температура рекристаллизации.

№ 84. Как называется структура, представляющая собой твердый раствор углерода в α -железе?

А) Перлит. В) Цементит. С) Феррит. D) Аустенит.

№ 85. Как называется структура, представляющая собой твердый раствор углерода в γ -железе?

А) Цементит. В) Феррит. С) Аустенит. D) Ледебурит.

№ 86. Как называется структура, представляющая собой карбид железа $-Fe_3C$?

А) Феррит. В) Аустенит. С) Ледебурит. D) Цементит.

№ 87. Как называется структура, представляющая собой механическую смесь феррита и цементита?

А) Перлит. В) δ -феррит. С) Аустенит. D) Ледебурит.

№ 88. Как называется структура, представляющая собой механическую смесь аустенита и цементита?

А) Перлит. В) Феррит. С) Ледебурит. D) δ -феррит.

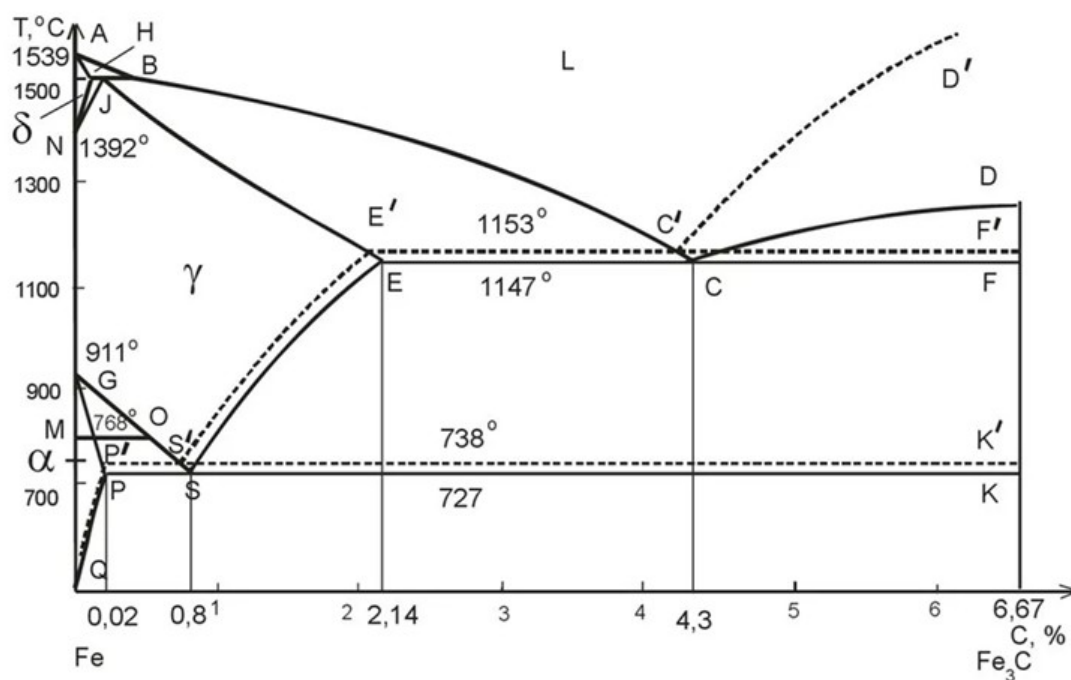
№ 89. На каком участке диаграммы железо-цементит протекает эвтектоидная реакция?

А) В области QPSKL. В) В области SECFK. С) На линии ECF. D) На линии PSK.

№ 90. На каком участке диаграммы железо-цементит протекает эвтектическая реакция?

А) На линии ECF. В) В области SECFK. С) В области EIBC. D) На линии PSK.

Диаграмма железо - углерод



№ 91. Какой процесс протекает на линии HIB диаграммы железо-углерод?

- A) Исчезают кристаллы 5-феррита. B) Образование перлита. C) Перитектическая реакция.
D) Завершается кристаллизация доэвтектоидных сталей.

№ 92. Какая из структурных составляющих железоуглеродистых сплавов обладает при комнатной температуре наибольшей пластичностью?

- A) Аустенит. B) Феррит. C) Цементит. D) Перлит.

№ 93. Какая из структурных составляющих железоуглеродистых сплавов обладает наибольшей твердостью?

- A) Аустенит. B) Перлит. C) Феррит. D) Цементит.

№ 94. Сколько процентов углерода (C) содержится в углеродистой заэвтектоидной стали ?

- A) $0,02 < C < 0,8$. B) $4,3 < C < 6,67$. C) $2,14 < C < 4,3$. D) $0,8 < C < 2,14$.

№ 95. Каков структурный состав заэвтектоидной стали при температуре ниже 727 °C?

- A) Ледебурит + первичный цементит. B) Феррит + третичный цементит.
C) Перлит + вторичный цементит. D) Феррит + перлит.

№ 96. На рис. 40 представлена схема структуры стали. Какая это сталь?

- A) Техническое железо. B) Эвтектоидная. C) Заэвтектоидная. D) Доэвтектоидная.

№ 97. На рис. 41 представлена схема структуры доэвтектоидной стали. Как называется структурная составляющая, помеченная знаком вопроса?

- A) Феррит. B) Аустенит. C) Вторичный цементит. D) Перлит.

№ 98. Какие железоуглеродистые сплавы называют чугунами?

- A) Содержащие углерода более 0,8 %. B) Содержащие углерода более 4,3 %.
C) Содержащие углерода более 0,02 %. D) Содержащие углерода более 2,14 %.

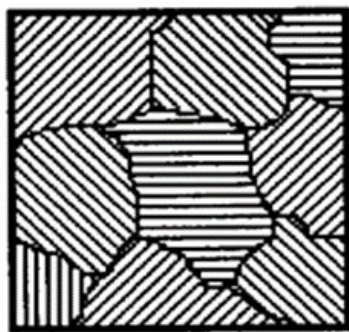


Рис. 40



Рис. 41

№ 99. Какой чугун называют белым?

- А) В котором весь углерод или часть его содержится в виде графита.
 В) В котором весь углерод находится в химически связанном состоянии.
 С) В котором металлическая основа состоит из феррита. Д) В котором наряду с графитом содержится ледебурит.

№ 100. Какова форма графита в белом чугуне?

- А) Хлопьевидная. В) В белом чугуне графита нет. С) Шаровидная. Д) Пластинчатая.

№ 101. В доэвтектических белых чугунах при температуре ниже 727 °С присутствуют две фазовые составляющие: цементит и Как называется вторая фаза?

- А) Феррит. В) Аустенит. С) Ледебурит. Д) Перлит.

№ 102. В каком из перечисленных в ответе сплавов одной из структурных составляющих является ледебурит?

- А) Доэвтектический белый чугун. В) Сталь при температуре, выше температуры эвтектоидного превращения. С) Ферритный серый чугун. Д) Техническое железо.

№ 103. Как по микроструктуре чугуна определяют его вид (серый, ковкий, высокопрочный)?

- А) По размеру графитных включений. В) По характеру металлической основы.
 С) По форме графитных включений. Д) По количеству графитных включений.

№ 104. Как по микроструктуре чугуна определяют его вид (ферритный, ферритно-перлитный, перлитный)?

- А) По размеру графитных включений. В) По количеству графитных включений. С) По форме графитных включений. Д) По характеру металлической основы.

№ 105. Какие железоуглеродистые сплавы называют ферритными чугунами?

- А) Сплавы, в которых весь углерод (более 2,14 %) находится в виде графита.
 В) Чугуны, в структуре которых наряду с цементитом имеется феррит.
 С) Сплавы с ферритной структурой. Д) Чугуны, в которых графит имеет пластинчатую форму.

№ 106. Сколько содержит связанного углерода ферритный серый чугун?

- А) 4,3 %. В) 0,0 %. С) 2,14 %. Д) 0,8 %.

№ 107. Сколько содержит связанного углерода перлитный серый чугун?

- А) 2,14 %. В) 0,8 %. С) 4,3 %. Д) 0 %.

№ 108. В каком из ответов чугуны с одинаковой металлической основой размещены в порядке возрастания прочности при растяжении?

- А) Высокопрочный-ковкий-серый. В) Серый-высокопрочный-ковкий.
 С) Ковкий-высокопрочный-серый. Д) Серый-ковкий-высокопрочный.

№ 109. На рис. 42 представлена схема структуры железоуглеродистого сплава. Какой это сплав?

- А) Техническое железо. В) Ферритный серый чугун. С) Заэвтектический белый Чугун.
 Д) Эвтектоидная сталь.

№ 110. В поле микроскопа (рис. 43) на фоне равноосных светлых зерен видны шаровидные включения графита. О каком сплаве идет речь?

- А) О ферритном высокопрочном чугуне. В) О текстурированном техническом железе
 С) О ферритно-перлитном ковком чугуне. Д) О доэвтектическом белом чугуне.

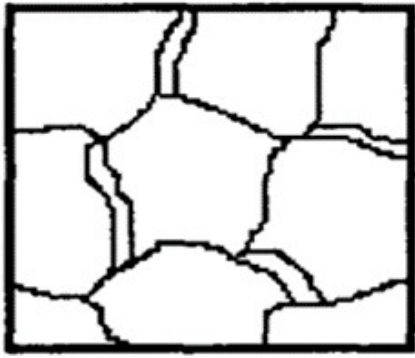


Рис. 42

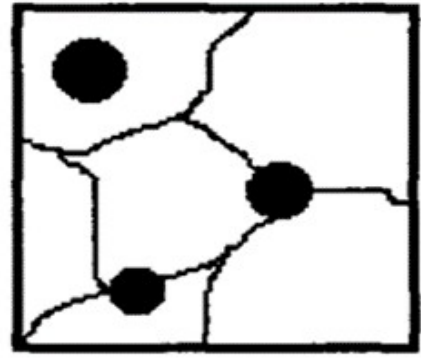


Рис. 43

№ 111. Какой чугун получают путем длительного отжига белого чугуна?

А) Ковкий. В) Отбеленный. С) Серый. D) Высокопрочный.

№ 112. Какой чугун получают путем модифицирования жидкого расплава магнием или церием?

А) Серый. В) Белый. С) Высокопрочный. D) Ковкий.

№ 113. Какие сплавы системы А-В (рис. 44) могут быть закалены?

А) Любой сплав. В) Сплавы, лежащие между Е и Б. С) Ни один из сплавов. D) Сплавы, лежащие между а и Е.

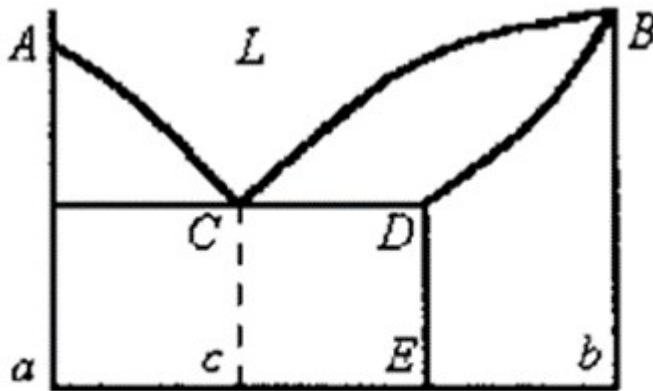


Рис. 44

№ 114. Как называется склонность (или отсутствие таковой) аустенитного зерна к росту?

А) Отпускная хрупкость. В) Наследственная или природная зернистость.

С) Аустенизация. D) Действительная зернистость.

№ 115. Какие из перечисленных в ответах технологические процессы следует проводить с учетом наследственной зернистости?

А) Холодная обработка давлением. В) Литье в песчаные формы. С) Высокий отпуск

D) Закалка, отжиг.

№ 116. Металлографический анализ наследственно мелкозернистой стали показал, что размер ее зерна находится в пределах 0,05 ... 0,08 мм. Какое зерно имеется в виду?

А) Действительное. В) Начальное. С) Наследственное. D) Исходное.

№ 117. Чем объясняется, что троостит обладает большей твердостью, чем сорбит?

А) Форма цементитных частиц в троостите отличается от формы частиц в сорбите. В) В троостите меньше термические напряжения, чем в сорбите. С) Троостит содержит больше (по массе) цементитных частиц, чем сорбит. D) В троостите цементитные частицы более дисперсны, чем в сорбите.

118. Какую кристаллическую решетку имеет мартенсит?

А) Кубическую. В) ГПУ. С) Тетрагональную. D) ГЦК.

№ 119. Как называется структура, представляющая собой пересыщенный твердый раствор углерода в α -железе?

A) Мартенсит. B) Цементит. C) Феррит. D) Аустенит.

№ 120. Какую скорость охлаждения при закалке называют критической?

A) Максимальную скорость охлаждения, при которой еще протекает распад аустенита на структуры перлитного типа.

B) Минимальную скорость охлаждения, необходимую для получения мартенситной структуры.

C) Минимальную скорость охлаждения, необходимую для фиксации аустенитной структуры.

D) Минимальную скорость охлаждения, необходимую для закалки изделия по всему сечению.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Типы и классы современных и перспективных неорганических и органических материалов.
2. Механические и физические свойства, стандартные испытания, свойства, как показатели качества.
3. Особенности создания материалов на основе диссипативных структур (открытые системы, диссипативные структуры, хаос. Принцип Кюри, соотношения Онсагера).
4. Классификация наноматериалов. Наночастицы, наноструктуры и наноматериалы. Размерные эффекты.
5. Основы разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации наноматериалов.
6. Классификация пористых материалов. Способы получения ячеистых материалов и их свойства.
7. Тонкие плёнки и покрытия. Свойства тонких плёнок. Классификация покрытий и их назначение.
8. Сверхтвёрдые материалы. Синтетические алмазы. Методы получения. Механизмы фазового превращения «графит-алмаз».
9. Биоматериалы. Требования к биоматериалам. Механизм взаимодействия биокерамики с живой тканью. Применения различных видов керамики в медицине.
10. Аморфные металлы и металлические стёкла. Стеклокерамика. Аморфные полупроводники.
11. Стали с метастабильным аустенитом и сплавы с памятью формы. Структура и свойства.
12. Классификация керамических электротехнических материалов. Технологии изготовления и области применения сегнетоэлектриков, пьезоэлектриков и пьезоэлектриков.
13. Жидкие кристаллы. Использование жидкокристаллических матриц для получения мезопористых структур, наноматериалов и биосенсоров.
14. Полупроводники и основные типы полупроводниковых материалов. Принцип действия основных полупроводниковых устройств (диод, транзистор, фотоэлемент, СИЭ, лазер, преобразование солнечной энергии).
15. Технологии производства твёрдых электролитов и их применение (источники тока на основе кобальтитов, манганитов и никелатов лития, материалы микробатарей кардиостимуляторов, топливные элементы, химические датчики).
16. Сверхпроводящие материалы. Взаимосвязь состав — структура — свойство для высокотемпературных сверхпроводников на основе купратов. Методы получения. Области и перспективы применения.
17. Магнитные наноматериалы. Функциональные параметры. Области применения, взаимосвязь структуры и свойств.

18. *Материалы для фотоники. Светочувствительные материалы, люминесценция, фотолюминесценция, пиро-, трибо-, электролюминесценция, оптоволокно, фотонные кристаллы, нелинейно-оптические кристаллы, болометры, фотоумножители, ночное видение, голография.*
19. *Лазерная обработка материалов Принцип действия и типы лазеров. Применение лазерных технологий.*
20. *Сущность процесса электроэрозионной обработки (ЭЭО). Сведения о единичной лунке. Расчётные формулы и зависимости параметров ЭЭО.*
21. *Технология финишной абразивной обработки материалов Сущность процесса абразивной доводки. Области применения процесса абразивной доводки и полировки в нанометровом диапазоне.*
22. *Сканирующая электронная микроскопия Физические принципы взаимодействия электронного пучка с образцом. Задачи, решаемые с помощью сканирующей электронной микроскопии.*
23. *Спектроскопические методы исследований материалов. Малоугловое рассеяние. Исследование материалов с использованием синхротронного излучения. Электронная спектроскопия.*

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий</i>	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной	<i>Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных</i>	хорошо		71-85

	деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

- 1) Барыбин, А. А. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А. А. Барыбин, В. А. Бахтина, В. И. Томилин, Н. П. Томилина. - Красноярск : СФУ, 2011. - 236 с. - ISBN 978-5-7638-2396-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/441543> (дата обращения: 06.06.2024). – Режим доступа: по подписке.
- 2) Горохов, В. А. Материалы и их технологии : учебник : в 2 частях. Часть 1 / В. А. Горохов, Н. В. Беляков, А. Г. Схиртладзе ; под ред. В. А. Горохова. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. — 589 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009529-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1014069> (дата обращения: 06.06.2024)

Дополнительная литература

1. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков: учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МИСИС, 2003. – 480 с.
2. Поздняков А.В. Физическое материаловедение наноструктурных материалов: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГИУ, 2006. – 423 с.
3. Либенсон Г.А., Лопатин В.Ю., Комарницкий Г.В. Процессы порошковой металлургии: учеб. для вузов: в 2 т. – Т. 1. Получение порошков. – М.: Изд-во МИСИС, 2001. – 367 с. Либенсон Г.А., Лопатин В.Ю., Комарницкий Г.В. Процессы порошковой металлургии: учеб. для вузов: в 2 т. – Т. 2. Формование и спекание порошков. – М.: Изд-во МИСИС, 2001. – 319 с.
4. Алымов М.И. Порошковая металлургия нанокристаллических материалов. – М.: Наука, 2007. – 180 с.

5. Износостойкие композиционные материалы / Ю.Г. Гуревич, В.Н. Анциферов, Л.М. Савиных, С.А. Оглезнева, В.Я. Буланов. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2005. – 216 с.
6. Нанотехнологии: азбука для всех / под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: Физматлит, 2009. – 368 с.
7. Проблемы порошкового материаловедения / В.Н. Анциферов, С.Н. Боброва, С.А. Оглезнева [и др.]. – Екатеринбург: Наука, 2000. – 250 с.
8. Васильев В.А., Митин Б.С., Пашков И.Н. Высокоскоростное затвердевание расплава: теория, технология, материалы. – М.: Интермет Инжиниринг, 1998. – 395 с.
9. Синтетические сверхтвердые материалы: в 3 т. – Т. 1. Синтез сверхтвердых материалов / под ред. Н.В. Новикова. – Киев: Наукова думка, 1986. – 279 с.
10. Суперсплавы: Жаропрочные материалы для аэрокосмических и промышленных энергоустановок: в 2 кн. / под ред. Ч.Т. Симса, Н.С. Стоффа, У.К. Хагеля. – М.: Металлургия, 1995. – Кн. 1. – 384 с.; Кн. 2. – 384 с. 306
11. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И. Материаловедение. – М.: Химиздат, 2007. – 784 с.
12. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы: методы получения и свойства. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1998. – 186 с.
13. Ткачев А.Г. Аппаратура и методы синтеза твердотельных наноструктур: моногр. – М.: Машиностроение, 2007. – 226 с.
14. Эгертон Р.Ф. Физические принципы электронной микроскопии. Введение в просвечивающую, растровую и аналитическую электронную микроскопию: моногр.: пер. с англ. – М.: Техносфера, 2010. – 300 с.
15. Анциферов В.Н. Наука о материалах и высокие технологии: современные проблемы, прогноз развития в Российской Федерации: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – 42 с.
16. Елисеев А.А. Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы / под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: Физматлит, 2010. – 456 с.
17. Рыжонков Д.И., Лёвина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы: учеб. пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 365 с.
18. Суздалев И.П. Нанотехнология: физикохимия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. – М.: КомКнига, 2006. – 589 с.
19. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. – М.: Академия, 2005. – 187 с.
20. Физическое металловедение: учеб. для вузов / С.В. Грачев, В.Р. Бараз, А.А. Богатов, В.П. Швейкин. – Екатеринбург: Изд-во УГТУ-УПИ, 2001. 534 с.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM

- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»**
Высшей школы Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Материалы для солнечной энергетики»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель:

Гриценко К.А., к.ф.-м.н., научный сотрудник с ученой степенью кандидат наук
БФУ им. И. Канта

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В.Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Материалы для солнечной энергетики».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1.Наименование дисциплины: «Материалы для солнечной энергетики».

Цель дисциплины: формирование знаний и умений по производству и использованию материалов для солнечной энергетики.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 <i>Способен разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач.</i> <i>ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии.</i> <i>ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен знать : - основные виды и свойства материалов солнечной энергетики; Студент должен уметь : - выбирать методы исследования свойств материалов солнечной энергетики; Студент должен владеть навыками: - исследования свойств материалов солнечной энергетики;
ПК-2 <i>Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства</i> <i>ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования</i> <i>ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен знать : - основные тенденции использования материалов солнечной энергетики; Студент должен уметь : - решать базовые практические задачи по исследованию свойств материалов солнечной энергетики. Студент должен владеть

		навыками: - описания работы технологий солнечной энергетики.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Материалы для солнечной энергетики» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным дисциплинам.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Тема 1. Кремниевые материалы для солнечной энергетики</i>	<i>Основные виды, характеристики и свойства кремниевых пластин, используемых для производства материалов солнечной энергетики</i>
2	<i>Тема 2. Полупроводниковые</i>	<i>Основные виды, характеристики и</i>

	<i>материалы для солнечной энергетики.</i>	<i>свойства полупроводниковых материалов, используемых для производства материалов солнечной энергетики</i>
3	<i>Тема 3. Органические материалы для солнечной энергетики</i>	<i>Основные виды, характеристики и свойства органических материалов, используемых для производства материалов солнечной энергетики</i>
4	<i>Тема 4. Перовскитные материалы для солнечной энергетики</i>	<i>Основные виды, характеристики и свойства перовскитных материалов, используемых для производства материалов солнечной энергетики</i>

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

Тема 1. Кремниевые материалы для солнечной энергетики
Тема 2. Полупроводниковые материалы для солнечной энергетики.
Тема 3. Органические материалы для солнечной энергетики
Тема 4. Перовскитные материалы для солнечной энергетики

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1. Кремниевые материалы для солнечной энергетики
Тема 2. Полупроводниковые материалы для солнечной энергетики.
Тема 3. Органические материалы для солнечной энергетики
Тема 4. Перовскитные материалы для солнечной энергетики

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:

Тема 1. Кремниевые материалы для солнечной энергетики
Тема 2. Полупроводниковые материалы для солнечной энергетики.
Тема 3. Органические материалы для солнечной энергетики
Тема 4. Перовскитные материалы для солнечной энергетики

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:

Тема 1. Кремниевые материалы для солнечной энергетики
Тема 2. Полупроводниковые материалы для солнечной энергетики.
Тема 3. Органические материалы для солнечной энергетики
Тема 4. Перовскитные материалы для солнечной энергетики

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Кремниевые материалы для солнечной энергетики	ПК-1; ПК-2	Опрос
Тема 2. Полупроводниковые материалы для солнечной энергетики.	ПК-1; ПК-2	Опрос
Тема 3. Органические материалы для солнечной энергетики	ПК-1; ПК-2	Опрос
Тема 4. Перовскитные материалы для солнечной энергетики	ПК-1; ПК-2	Опрос

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые вопросы к опросу:

Полупроводниковые материалы для нанотехнологий. Кремний и его модификации (кремний на изоляторе, пористый кремний).

Сравнительный анализ Si, Ge, A3B5, A2B6, A4B4.

Анализ основных соединений кремния лежащих в основе производства силикатных и тугоплавких неметаллических материалов, и изделий.

Расскажите о влияниях примесей кремния, марганца, фосфора, серы на свойства углеродистой стали.

Расскажите о классификации, маркировке, области применения углеродистой стали улучшенного качества.

Расскажите о влияниях примесей кремния, марганца, фосфора, серы на свойства чугуна.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Сегнето-, пьезо- и пьезоэлектрики Сегнетоэлектрики-полупроводники, сегнетомагнетики.
2. Применение диэлектриков.
3. Определения. Основные типы полупроводниковых материалов и требования к ним.
4. Основные технологические процессы в полупроводниковой технике.

5. Полупроводниковые материалы с расширенными функциональными возможностями (термисторы, магнитные полупроводники, светоизлучающие элементы, материалы для полупроводниковых лазеров).
6. Термоэлектрические явления. Применение полупроводников.
7. Использование полупроводников

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий</i>	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения</i>	хорошо		71-85
Удовлетворительный	Репродуктивная	Изложение в пределах задач курса	удовлетвор		55-70

(достаточны й)	деятельность	теоретически практически контролируемого материала	и ительно		
Недостаточн ый	Отсутствие удовлетворительного уровня	признаков	неудовлетв орительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Хазин, М. Л. Надежность, оптимизация и диагностика автоматизированных систем : учебник / М. Л. Хазин. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 248 с. - ISBN 978-5-9729-0890-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1903137>. – Режим доступа: по подписке.
2. Велькин, В. И. Возобновляемая энергетика и энергосбережение : учебник / В. И. Велькин, Я. М. Щелоков, С. Е. Щеклеин ; под общ. ред. проф., д-ра техн. наук В. И. Велькина. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА : Изд-во Урал. ун-та, 2022. - 312 с. - ISBN 978-5-9765-4991-3 (ФЛИНТА) ; ISBN 978-5-7996-3122-2 (Изд-во Урал. ун-та). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1891493>. – Режим доступа: по подписке.
3. Ушаков, В. Я. Современные проблемы электроэнергетики: Учебное пособие / Ушаков В.Я. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2014. - 447 с.: ISBN 978-5-4387-0521-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/701886> – Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Болсуновский С.А., Вермель В.Д. Методика и техническое оснащение оценки вибрационных характеристик системы «станок - приспособление - инструмент - деталь» в процессе скоростного фрезерования // Научно-технический отчет ЦАГИ 2008 год: Сб. статей / Центральный Аэрогидродинамический Институт. Жуковский, 2009.
2. Болсуновский С.А., Вермель В.Д., Губанов Г.А. Кажан А.В. Опыт изготовления лопаток модели турбокомпрессора с повышенной точностью в условиях опытного производства// САПР и графика. 2009. №
3. Синопальников, Вадим Александрович Надежность и диагностика технологических систем : учебник / В. А. Синопальников, С. Н. Григорьев. — Москва: Высшая школа, 2005. — 343 с.: ил.. — Библиогр.: с. 341.. — 18БК 5-06-004422-Х.Надежность и диагностика технологических систем: Учебник/ В.А. Синопальников, С.Н. Григорьев .-М.: Высшая шк.,2005.-343 с.: ил.
4. Приборы и системы для измерения вибрации, шума и удара: справочник в 2 кн. / под ред. В. В. Клюева. — Москва: Машиностроение, 1978.
3. Диагностика технологических систем. Часть 1: учебное пособие / А.Н. Гаврилин, Б.Б. Мойзес; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. - 120 с

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с

возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Инженерная и компьютерная графика»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Ершов Петр Александрович, PhD

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В. Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Инженерная и компьютерная графика».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1.Наименование дисциплины: «Инженерная и компьютерная графика».

Цель дисциплины:

Целью дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» является передача студентам навыков и знаний, необходимых для визуализации и реализации инженерных проектов. Курс объединяет принципы инженерного черчения и компьютерного проектирования (САПР), чтобы дать возможность создавать корректные и детализированные представления объектов и систем с учетом ГОСТ и ЕСКД.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен использовать знания из специализированных областей физики и математики для решения фундаментальных и прикладных задач профессиональной деятельности.	ОПК-1.1 Знает и использует физические и математические законы для решения фундаментальных и прикладных задач профессиональной деятельности. ОПК-1.2 Проводит быстрый поиск и подбор специализированной информации из области физики и математики, необходимой для решения фундаментальных и прикладных задач профессиональной деятельности.	Знать: Принципы технического черчения, включая ортогональную проекцию, изометрические виды и перспективные рисунки; типы линий, размеры и правилами масштабирования; инженерные стандарты и правила(ГОСТ, ЕКСД); Уметь: Создавать технические чертежи как вручную, так и с использованием программного обеспечения САПР; создавать чертежи как отдельных деталей, так и сборочных чертежей; пользоваться различным САПР(КОМПАС-3D, AutoCAD, SolidWorks) без привязки к платформе; пользоваться 3D редакторами другого назначения(Blender); создавать 3D-модели и сборки на их основ; адаптировать спроектированных модели под 3D печать и под ЧПУ станок; Владеть: Чертежными инструментами,

		измерительными приборами и настройками аппаратного и программного обеспечения САПР;
ПК-1 Способен разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.	ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.	Знать символы, обозначения и термины, используемых в технической документации; принципы геометрии, относящиеся к инженерной графике, такие как углы, формы и пересечения; специализированное ПО САПР; различия между 2D-черчением и 3D-моделированием. Уметь: создавать комплексную инженерную документацию, включающей чертежи, списки деталей и спецификации; четко и эффективно передавать техническую информацию посредством графических представлений; управлять инженерными проектами, от первоначальных концептуальных эскизов до окончательных детальных чертежей; пользоваться ТЗ и стандартами ЕСКД. Владеть: стандартами ЕСКД и ГОСТ при проектировании и оформлении чертежей и технической документации; различным САПР(КОМПАС-3D, AutoCAD, SolidWorks) без привязки к платформе; 3D редакторами другого назначения(Blender).

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Инженерная и компьютерная графика» представляет собой дисциплину, которая относится к ФТД. Факультативным дисциплинам.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Понятия инженерной и компьютерной графики. Исторически сложившиеся правила и переход к новым технологиям проектирования и моделирования.	Виды графики - набросок, эскиз, чертеж, макет, схема, график, диаграмма. Выбор графического элемента в зависимости от постановки задачи. Растровый и векторный объект. 2D и 3D графика. Понятия моделирования, анимирования и рендеринга. Системы виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальностей. Контроль версий при проектировании и разработке сложных объектов.
2	Введение в компьютерную графику. 2D графика.	Растровая и векторная графика и соответствующие форматы файлов

		(например, JPEG, PNG, SVG). Понятия пиксел, разрешения, системы отсчета и координат на изображении. Цветовые схемы RGB и CMYK. Разница между графикой на экране и при печати. Выбор ПО в зависимости от поставленной задачи. Элементы программирования и скриптинга в построении геометрических объектов.
3	Введение в компьютерную графику. 3D графика.	Понятие полигональной и параметрической модели и соответствующие форматы файлов (например, STL, OBJ, STEP) САПР - Системы Автоматизированного Проектирования и 3D редакторы различного назначения. Общее и различия в программном интерфейсе и работе. Адаптация моделей для 3d печати и для работы на ЧПУ-станках. Элементы программирования и скриптинга в построении геометрических объектов.
4	Введение в инженерную графику.	Назначение инженерной графики. Понятия эскиз, рабочий чертеж, сборочный чертеж. Детализирование чертежа общего вида. Определение количества и содержания изображений на эскизах и чертежах деталей. Конструктивные и технологические элементы деталей.
5	Основные правила оформления чертежей по ЕСКД и ГОСТ	Форматы, масштабы, линии и чертежные шрифты. Обозначение материалов на чертежах, виды, разрезы, сечения. Термины и определения в ГОСТ. Нанесение размеров на чертежах.
6	Изображения – виды, типы проекций объемных тел, разрезы, сечения, выносные элементы, условности и упрощения	Изображения – виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305-2008). Основные положения и определения. Виды. Содержание и определение вида. Главный, основные, дополнительные и местные виды, их определение и расположение на

		чертеже. Обозначение дополнительных и местных видов на чертеже. Сечения. Определение и содержание сечения. Сечения – вынесенные и наложенные, их расположение и обозначение на чертеже. Условности и упрощения, применяемые при изображении видов, разрезов и сечений:
7	Соединения.	Резьбы, типы резьб, условное обозначение резьб, крепежные детали, соединение сварное, соединение паяное шероховатость (микрogeометрия) поверхностей.
8	3D-сборка и детализовка узлов.	Этапы создания 3D-сборки. Разница между деталями и сборками в программном обеспечении САПР. Использование параметров и ограничений для гибкого проектирования. Импорт компонентов в проект. Использование встроенных и внешних библиотек для общих частей. Сопряженные и ограничивающие компоненты. Использование ограничений для определения отношений компонентов. Обнаружение коллизий и доработка деталей. Расширенные функции сборки (движение и анимация, кинематика и динамика). Совместная работа и управление версиями.
9	Правила выполнения электрических схем	Принципиальные схемы, схемы подключения и блок-схемы. Стандарты в отображении электрических компонент. Символы резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности, диодов, транзисторов и других компонентов. Специализированное ПО для рисования электрических схем. Правильная маркировка компонентов, цепей и добавление примечаний. Стандарт ЕСКД для выполнения электрических схем.

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. Понятия инженерной и компьютерной графики. Исторически сложившиеся правила и переход к новым технологиям проектирования и моделирования.

Тема 2. Введение в компьютерную графику. 2D графика.

Тема 3. Введение в компьютерную графику. 3D графика.

Тема 4. Введение в инженерную графику.

Тема 5. Основные правила оформления чертежей по ЕСКД и ГОСТ.

Тема 6. Изображения – виды, типы проекций объемных тел, разрезы, сечения, выносные элементы, условности и упрощения.

Тема 7. Соединения.

Тема 8. 3D-сборка и детализовка узлов.

Тема 9. Правила выполнения электрических схем.

Рекомендуемая тематика *практических* занятий:

Тема 1: Понятия инженерной и компьютерной графики. Исторически сложившиеся правила и переход к новым технологиям проектирования и моделирования.

Вопросы для обсуждения: Виды графики - набросок, эскиз, чертеж, макет, схема, график, диаграмма. Выбор графического элемента в зависимости от постановки задачи. Растровый и векторный объект. 2D и 3D графика. Понятия моделирования, анимирования и рендеринга. Системы виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности. Контроль версий при проектировании и разработке сложных объектов.

Тема 2: Введение в компьютерную графику. 2D графика.

Вопросы для обсуждения: Растровая и векторная графика и соответствующие форматы файлов (например, JPEG, PNG, SVG). Понятия пиксел, разрешения, системы отсчета и координат на изображении. Цветовые схемы RGB и CMYK. Разница между графикой на экране и при печати. Выбор ПО в зависимости от поставленной задачи. Элементы программирования и скриптинга в построении геометрических объектов.

Тема 3: Введение в компьютерную графику. 3D графика.

Вопросы для обсуждения: Понятие полигональной и параметрической модели и соответствующие форматы файлов (например, STL, OBJ, STEP) САПР - Системы Автоматизированного Проектирования и 3D редакторы различного назначения. Общее и различия в программном интерфейсе и работе. Адаптация моделей для 3d печати и для работы на ЧПУ- станках.

Элементы программирования и скриптинга в построении геометрических объектов.

Тема 4: Введение в инженерную графику.

Вопросы для обсуждения: Назначение инженерной графики. Понятия эскиз, рабочий чертеж, сборочный чертеж. Детализация чертежа общего вида. Определение количества и содержания изображений на эскизах и чертежах деталей. Конструктивные и технологические элементы деталей.

Тема 5: Основные правила оформления чертежей по ЕСКД и ГОСТ.

Вопросы для обсуждения: Форматы, масштабы, линии и чертежные шрифты. Обозначение материалов на чертежах, виды, разрезы, сечения. Термины и определения в ГОСТ. Нанесение размеров на чертежах.

Тема 6: Изображения – виды, типы проекций объемных тел, разрезы, сечения, выносные элементы, условности и упрощения.

Вопросы для обсуждения: Изображения – виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305-2008). Основные положения и определения. Виды. Содержание и определение вида. Главный, основные, дополнительные и местные виды, их определение и расположение на чертеже. Обозначение дополнительных и местных видов на чертеже. Сечения. Определение и содержание сечения. Сечения – вынесенные и наложенные, их расположение и обозначение на чертеже. Условности и упрощения, применяемые при изображении видов, разрезов и сечений:

Тема 7: Соединения.

Вопросы для обсуждения: Резьбы, типы резьб, условное обозначение резьб, крепежные детали, соединение сварное, соединение паяное шероховатость (микрогеометрия) поверхностей.

Тема 8: 3D-сборка и детализовка узлов.

Вопросы для обсуждения: Этапы создания 3D-сборки. Разница между деталями и сборками в программном обеспечении САПР. Использование параметров и ограничений для гибкого проектирования. Импорт компонентов в проект. Использование встроенных и внешних библиотек для общих частей. Сопряженные и ограничивающие компоненты. Использование ограничений для определения отношений компонентов. Обнаружение коллизий и доработка деталей. Расширенные функции сборки (движение и анимация, кинематика и динамика). Совместная работа и управление версиями.

Тема 9: Правила выполнения электрических схем. Принципиальные схемы, схемы подключения и блок-схемы. Стандарты в отображении электрических компонент. Символы резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности, диодов, транзисторов и других компонентов. Специализированное ПО для рисования электрических схем. Правильная маркировка компонентов, цепей и добавление примечаний. Стандарт ЕСКД для выполнения электрических схем.

Рекомендуемый перечень тем лабораторных работ (при наличии)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторной работы
1	Понятия инженерной и компьютерной графики. Исторически сложившиеся правила и переход к новым технологиям проектирования и моделирования.	Сделать рисунок своего мобильного телефона с размерами в трех проекциях – вид спереди, сбоку, сверху и в аксонометрии на бумаге с помощью карандаша, линейки и циркуля, а также на компьютере.
2	Введение в компьютерную графику. 2D графика.	Создайте схему помещения, в котором проводится лабораторная работа и сохраните результат в растровом и векторном форматах.
3	Введение в компьютерную графику. 3D графика.	В программе 3D-моделирования создайте модель кота из трехмерных геометрических

		примитивов – куба, сферы, цилиндра, конуса, используя базовые операции над примитивами – перемещение, поворот, скалирование.
4	Введение в инженерную графику.	Для общеупотребимого объекта на выбор создайте эскиз, рабочий чертеж и сборочный чертеж в САПР.
5	Основные правила оформления чертежей по ЕСКД и ГОСТ	Для общеупотребимого объекта на выбор оформите чертеж согласно ЕСКД формата А3.
6	Изображения – виды, типы проекций объемных тел, разрезы, сечения, выносные элементы, условности и упрощения	Для червячной передачи сделайте чертеж с разрезами и сечениями.
7	Соединения.	Спроектируйте и сделайте чертеж корпуса в САПР для одноплатного компьютера RaspberryPi, собираемого с помощью болтовых соединений.
8	3D-сборка и детализовка узлов.	Сделайте 3D-сборку в САПР устройства, состоящего из одноплатного компьютера RaspberryPi, корпуса, электрических проводов, крепежных элементов.
9	Правила выполнения электрических схем	Сделайте принципиальную схему устройства по измерению и вывода температуры и влажности в помещении на основе Arduino.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Введение в компьютерную графику. 2D графика. Введение в компьютерную графику. 3D графика. Введение в инженерную графику. Основные правила оформления чертежей по ЕСКД и ГОСТ. Изображения – виды, типы проекций объемных тел, разрезы, сечения, выносные элементы, условности и упрощения. Соединения. 3D-сборка и детализовка узлов. Правила выполнения электрических схем.

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Введение в компьютерную графику. 2D графика. Введение в компьютерную графику. 3D графика. Введение в инженерную графику. Основные правила оформления чертежей по ЕСКД и ГОСТ. Изображения – виды, типы проекций объемных тел, разрезы, сечения, выносные элементы, условности и упрощения. Соединения. 3D-сборка и детализовка узлов. Правила выполнения электрических схем.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Понятия инженерной и компьютерной графики. Исторически сложившиеся правила и переход к новым технологиям проектирования и моделирования.	ОПК-1.1	Опрос, контрольная работа
Введение в компьютерную графику. 2D графика.	ОПК-1; ПК-1	Опрос, контрольная работа
Введение в компьютерную графику. 3D графика.	ОПК-1; ПК-1	Опрос, контрольная работа
Введение в инженерную графику.	ОПК-1; ПК-1	Опрос, контрольная работа
Основные правила оформления чертежей по ЕСКД и ГОСТ	ОПК-1; ПК-1	Опрос, контрольная работа
Изображения – виды, типы проекций объемных тел, разрезы, сечения, выносные элементы, условности и упрощения	ОПК-1; ПК-1	Опрос, контрольная работа
Соединения.	ОПК-1; ПК-1	Опрос, контрольная работа
3D-сборка и детализовка узлов.	ОПК-1; ПК-1	Опрос, контрольная работа
Правила выполнения	ОПК-1; ПК-1	Опрос, контрольная работа

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируе мой	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
электрических схем		

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

По теме «Понятия инженерной и компьютерной графики. Исторически сложившиеся правила и переход к новым технологиям проектирования и моделирования.»

1. Для общеупотребимого объекта на выбор сделайте набросок, эскиз и чертеж, на бумаге с помощью карандаша, линейки и циркуля
2. Для общеупотребимого объекта на выбор сделайте набросок, эскиз и чертеж на компьютере с использованием графического ПО

По теме «Введение в компьютерную графику. 2D графика.»

1. Создайте схему помещения с сохранением масштаба, в котором проводится работа и сохраните результат в растровом и векторном форматах.
2. После выполнения задания 1, разместите на имеющейся схеме помещения настольный фрезерный станок с ЧПУ 400x600x200mm
3. Создайте набросок кружки в нескольких видах в масштабе на компьютере с использованием графического ПО.

По теме «Введение в компьютерную графику. 3D графика.»

1. В программе 3D-моделирования создайте модель кота из трехмерных геометрических примитивов – куба, сферы, цилиндра, конуса, используя базовые операции над примитивами – перемещение, поворот, скалирование.
2. В программе 3D-моделирования создайте модель кота, используя один геометрических примитивов и операции преобразования формы примитива.
3. В программе 3D-моделирования создайте модель кота, с помощью преобразований над плоским рисунком, такими как выдавливание, булевы операции, получения тела поворотом плоского контура.

По теме «Введение в инженерную графику.»

1. Для общеупотребимого объекта на выбор создайте рабочий чертеж в САПР.
2. Для общеупотребимого объекта на выбор создайте сборочный чертеж в САПР.

По теме «Основные правила оформления чертежей по ЕСКД и ГОСТ»

1. Для общеупотребимого объекта на выбор создайте рабочий чертеж в САПР соблюдая ЕСКД.
2. Для общеупотребимого объекта на выбор создайте сборочный чертеж в САПР соблюдая ЕСКД.

По теме «Изображения – виды, типы проекций объемных тел, разрезы, сечения, выносные элементы, условности и упрощения»

1. Для червячной передачи сделайте чертеж с разрезами и сечениями.
2. Для клавиатуры сделайте чертеж с разрезами и сечениями.
3. Для мыши сделайте чертеж с разрезами и сечениями.

По теме «Соединения»

1. Спроектируйте и сделайте чертеж корпуса в САПР для одноплатного компьютера Raspberry Pi, собираемого с помощью болтовых соединений.
2. Спроектируйте и сделайте чертеж корпуса в САПР для одноплатного компьютера Raspberry Pi, собираемого с помощью замковых соединений.

По теме «3D-сборка и детализовка узлов.»

1. Сделайте 3D-сборку в САПР устройства, состоящего из одноплатного компьютера Raspberry Pi, корпуса, электрических проводов, крепежных элементов.
2. Скачайте STEP файл сборки 3D принтера, и добавьте к модели печатающей головы датчик высоты.

По теме «Правила выполнения электрических схем»

1. Сделайте принципиальную схему устройства по измерению и вывода температуры и влажности в помещении на основе Arduino.
2. Проведите симуляцию работу спроектированного на прошлом этапе устройства.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. *Виды графики - набросок, эскиз, чертеж, макет, схема, график, диаграмма.*
2. *Выбор графического элемента в зависимости от постановки задачи.*
3. *Растровый и векторный объект. 2D и 3D графика.*
4. *Понятия моделирования, анимирования и рендеринга.*
5. *Контроль версий при проектировании и разработке сложных объектов.*
6. *Растровая и векторная графика и соответствующие форматы файлов (например, JPEG, PNG, SVG). Понятия пиксел, разрешения, системы отсчета и координат на изображении.*
7. *Цветовые схемы RGB и CMYK. Разница между графикой на экране и при печати.*
8. *Выбор ПО в зависимости от поставленной задачи.*
9. *Понятие полигональной и параметрической модели и соответствующие форматы файлов (например, STL, OBJ, STEP)*
10. *САПР - Системы Автоматизированного Проектирования и 3D редакторы различного назначения.*
11. *Адаптация моделей для 3d печати и для работы на ЧПУ- станках.*
12. *Элементы программирования и скриптинга в построении геометрических объектов.*
13. *Назначение инженерной графики.*
14. *Понятия эскиз, рабочий чертеж, сборочный чертеж. Детализование чертежа общего вида.*
15. *Определение количества и содержания изображений на эскизах и чертежах деталей.*
16. *Конструктивные и технологические элементы деталей.*
17. *Форматы, масштабы, линии и чертежные шрифты. Обозначение материалов на чертежах, виды, разрезы, сечения.*
18. *Термины и определения в ГОСТ. Нанесение размеров на чертежах.*
19. *Изображения – виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305-2008). Основные положения и определения.*
20. *Виды. Содержание и определение вида. Главный, основные, дополнительные и местные виды, их определение и расположение на чертеже.*

21. Обозначение дополнительных и местных видов на чертеже. Сечения. Определение и содержание сечения.
22. Сечения – вынесенные и наложенные, их расположение и обозначение на чертеже.
23. Условности и упрощения, применяемые при изображении видов, разрезов и сечений.
24. Резьбы, типы резьб, условное обозначение резьб, крепежные детали, соединение сварное, соединение паяное шероховатость (микрогеометрия) поверхностей.
25. Этапы создания 3D-сборки. Разница между деталями и сборками в программном обеспечении САПР.
26. Использование параметров и ограничений для гибкого проектирования. Импорт компонентов в проект.
27. Использование встроенных и внешних библиотек для общих частей. Сопряженные и ограничивающие компоненты. Использование ограничений для определения отношений компонентов.
28. Обнаружение коллизий и доработка деталей. Расширенные функции сборки (движение и анимация, кинематика и динамика). Совместная работа и управление версиями.
29. Принципиальные схемы, схемы подключения и блок-схемы. Стандарты в отображении электрических компонент.
30. Символы резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности, диодов, транзисторов и других компонентов. Специализированное ПО для рисования электрических схем.
31. Правильная маркировка компонентов, цепей и добавление примечаний. Стандарт ЕСКД для выполнения электрических схем.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в	Включает нижестоящий уровень. Способность собирать,	хорошо		71-85

	более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения			
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Зеленый П. В. Инженерная графика. Практикум [Электронный учебник] : учебное пособие / П. В. Зеленый, Е. И. Белякова ; под ред. П. В. Зеленого. - ИНФРА-МНовое знание, 2012. - 1 on-line, 303 с. Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/240288>
2. Колесниченко Н. М. Инженерная и компьютерная графика [Электронный учебник] : учебное пособие / Н. М. Колесниченко, Н. Н. Черняева. - Инфра-Инженерия, 2021. - 1 on-line, 236 с. Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?pid=1833114>
3. Максименко Л. А. Выполнение планов зданий в среде AutoCAD [Электронный учебник] : учебное пособие / Л. А. Максименко, Г. М. Утина. - НГТУ, 2012. - 1 on-line, 78 с. Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?pid=546014>
4. Учаев П. Н. Инженерная графика [Электронный учебник] : учебник / П. Н. Учаев, А. Г. Локтионов, К. П. Учаева ; ред. П. Н. Учаев. - Инфра-Инженерия, 2021. - 1 on-line, 304 с. Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1833112>
5. Чекмарев А. А. Инженерная графика. Машиностроительное черчение [Электронный учебник] : учебник / А. А. Чекмарев. - ИНФРА-М, 2021. - 1 on-line, 396 с. Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1455685>

Дополнительная литература

1. 1. Колесниченко Н. М. Инженерная и компьютерная графика [Электронный учебник] : учебное пособие / Н. М. Колесниченко, Н. Н. Черняева. - Инфра-Инженерия, 2021. - 1 online, 236 с. Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?pid=1833114>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.
- специализированное ПО: КОМПАС-3D, Blender, MS PAINT, Inkscape, Gimp, Free CAD

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные

техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшая школа Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы научных исследований»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: доцент института высоких технологий к.п.н. Лищук И. В

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В.Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Основы научных исследований».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Основы научных исследований».

Цель дисциплины: изучение теоретико-методологических основ процесса научных исследований, общих принципов организации научных исследований, обобщение и систематизация знаний студентов по истории физики, выработка целостного комплексного взгляда на физические науки их взаимосвязь с другими разделами естествознания. Изучение основ защиты интеллектуальной собственности.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен к формированию и изменению собственных жизненно-образовательных маршрутов в профессиональных сообществах с учётом приоритетов собственной деятельности и и национально о развития	УК-1.1 Умеет анализировать проблемные ситуации, используя системный подход. УК-1.2 Использует способы разработки стратегии действий по достижению цели на основе анализа проблемной ситуации. УК-1.3 Демонстрирует знание этапов жизненного цикла проекта, методов и инструментов управления проектом на каждом из этапов. УК-1.4 Использует методы и инструменты управления проектом для решения профессиональных задач. УК-1.5 Демонстрирует знание методов формирования команды и управления командной работой. УК-1.6 Разрабатывает и реализует командную стратегию в групповой деятельности для достижения	Студент, изучивший данный курс, должен знать основы: - системного подхода и системного анализа в управлении процессами; Виды научных исследований и их особенности. Этапы проведения научного исследования. Студент должен уметь : - применять системный подход для решения поставленных задач профессиональной деятельности; Студент должен владеть - навыками подготовки подготовки научных докладов и презентаций.

	<i>поставленной цели.</i> <i>УК-1.7 Редактирует, составляет и переводит различные академические тексты в том числе на иностранном(ых) языке(ах).</i> <i>УК-1.8 Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на публичных мероприятиях, включая международные, в том числе на иностранном(ых) языке(ах).</i> <i>УК-1.9 Анализирует системы ценностей и учитывает их особенности в социальном взаимодействии.</i> <i>УК-1.10</i> <i>Выстраивает профессиональное взаимодействие с учетом культурных особенностей представителей разных этносов, конфессий и социальных групп, а также приоритетов национального развития.</i> <i>УК-1.11</i> <i>Обеспечивает создание недискриминационной среды взаимодействия при выполнении профессиональных задач.</i> <i>УК-1.12 Оценивает свои личностные, ситуативные, временные ресурсы, оптимально их использует для успешного выполнения профессиональных задач.</i> <i>УК-1.13 Владеет</i>	

	<i>индивидуально значимыми способами самоорганизации и саморазвития, выстраивает гибкую профессионально-образовательную траекторию.</i> <i>УК-1.14</i> <i>Определяет способы совершенствования жизненно-образовательного маршрута в профессиональных сообществах, в том числе с учетом целей национального развития.</i>	
<i>ОПК-2</i> <i>Способен организовывать и проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, в том числе междисциплинарные, с применением специализированных фундаментальных знаний и практических подходов из области физико-математических наук.</i>	<i>ОПК-2.1</i> <i>Использует теоретические и экспериментальные физические и математические методы для решения научно-исследовательских задач.</i> <i>ОПК-2.2</i> <i>Прогнозирует использование знаний, методов, подходов из области физики и математики для решения междисциплинарных задач.</i>	Студент, изучивший данный курс, должен знать: - основы выбора информационных ресурсов для поиска информации в соответствии с поставленной учебной задачей, используя современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" Студент должен уметь: - применять теоретические знания и практические навыки в области информационных технологий, для решения задач профессиональной деятельности; Студент должен владеть: - методикой использования современных, программных продуктов для решения задач в профессиональной деятельности;
<i>ОПК-4</i> <i>Способен</i>	<i>ОПК-4.1</i> <i>Использует знания теории проектной</i>	Студент, изучивший данный курс, должен знать: - методы экспериментального и

инициировать проекты и управлять их реализацией в области своей профессиональной деятельности и с учетом инновационного технологического и социально-экономического подходов.	деятельности на практике для создания проектов и их реализации. ОПК-4.2 Прогнозирует результаты реализации проектов с учетом достижения инновационного технологического и социально-экономического показателей.	теоретического исследования в области физики. Студент должен уметь: - организовать и осуществить самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики - выбирать методы исследований и методы получения информации Студент должен владеть: методами сбора научной информации; - основами научного мышления; - основами научной этики.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы научных исследований» представляет собой дисциплину части, которая относится к ФТД. Факультативным дисциплинам.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации

преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Тема 1. Естествознание как система наук о природе. Методы и модели научного познания.</i>	<i>Критерии научного знания. Методы и средства научного познания. Возникновение естествознания. Структура научного знания. Научные открытия. Модели научного познания. Научные традиции. Понятие, содержание и функции науки. Структура науки и этапы ее развития. Понятия «наука», «научное познание», «научность», «научное исследование». Научные революции. Фундаментальные научные открытия. Системный подход в научном исследовании</i>
2	<i>Тема 2. Методология и организация научного исследования</i>	<i>Теоретико-методологические основы научных исследований. Методология науки. Специфика научной деятельности. Понятие организации научных исследований, их планирование и эффективность. Типовые этапы научноисследовательских работ. Научно-исследовательская деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики. Научные методы исследования, их классификация. Классификация научных исследований. Содержание теоретического уровня научных исследований. Содержание эмпирического уровня научных</i>

		исследований. Основные понятия науки: категории, теории, гипотезы, принципы, методы, законы, парадигмы и др. Цель, проблемы, гипотеза, задачи исследования. Объект и предмет исследования
3	Тема 3 Информационное обеспечение научноисследовательского процесса. Научные открытия.	Научные открытия. Научные исследования. Зарождение физических представлений. Физические концепции эпохи античности. Физические концепции средневековья и эпохи Возрождения. Физические концепции XII-XVIII вв. Классическая физика. Основные концепции и достижения физики XX-XXI вв. Информационное обеспечение научно-исследовательского процесса.
4	Тема 4 Методика выполнения научно исследовательской работы	Подготовка, организация и планирование научного исследования. Выбор методов исследования и их характеристика. Определение этапов и задач в научной работе. Обобщение результатов исследования. Подготовка к публикации самостоятельного научного труда. Виды научной продукции. основы внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности; основы этики научной деятельности исследований Оформление научной работы. Внедрение результатов исследования в практику. Сфера внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности.
5	Тема 5 Интеллектуальная собственность.	Понятие интеллектуальной собственности. История развития законодательства в области охраны интеллектуальной собственности.
6	Тема 6 Российское законодательство в области охраны интеллектуальной	Система охраны интеллектуальной собственности в России. Патентный

	<i>собственности</i>	<i>поиск. Критерии оценки новизны решения.</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. Естествознание как система наук о природе. Методы и модели научного познания.

Тема 2. Методология и организация научного исследования.

Тема 3 Информационное обеспечение научно-исследовательского процесса. Научные

открытия.

Тема 4 Методика выполнения научно исследовательской работы.

Тема 5 Интеллектуальная собственность.

Тема 6 Российское законодательство в области охраны интеллектуальной собственности.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

1 Естествознание как система наук о природе.

Понятие, содержание и функции науки. Структура науки и этапы ее развития. Понятия «наука», «научное познание», «научность», «научное исследование». Критерии научного знания. Методы и средства научного познания. Возникновение естествознания. Структура научного знания. Научные открытия. Модели научного познания. Научные традиции. Понятие, содержание и функции науки. Структура науки и этапы ее развития. Понятия «наука», «научное познание», «научность», «научное исследование». Научные революции. Фундаментальные научные открытия. Системный подход.

2 Методология и организация научного исследования

Научные методы исследования, их классификация. Классификация научных исследований. Содержание теоретического уровня научных исследований. Содержание эмпирического уровня научных исследований. Основные понятия науки: категории, теории, гипотезы, принципы, методы, законы, парадигмы и др Теория решения изобретательских задач. Объекты изобретения. Методы решения изобретательских задач. Понятия актуальности и новизны исследования. Цель, проблемы, гипотеза, задачи исследования. Объект и предмет исследования Этапы проведения научных исследований. Структурные элементы научного исследования. Обработка результатов экспериментальных исследований. Теория случайных ошибок, доверительная вероятность

3 Информационное обеспечение научно-исследовательского процесса.

Научные открытия. Научные открытия. Научные исследования. Зарождение физических представлений. Физические концепции эпохи античности. Физические концепции средневековья и эпохи Возрождения. Физические концепции XIX-XVIII вв. Классическая физика. Основные концепции и достижения физики XX-XXI вв. Информационное обеспечение научно-исследовательского процесса.

4 Методика выполнения научно исследовательской работы

Подготовка, организация и планирование научного исследования. Выбор методов исследования и их характеристика. Определение этапов и задач в научной работе. Обобщение результатов исследования. Оформление научной работы. Подготовка к

публикации самостоятельного научного труда. Виды научной продукции. Внедрение результатов исследования в практику. Сфера внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности. Этапы поиска источников и научной литературы. Особенности проведения патентного поиска. Правила оформления. Научный стиль речи, письма и их особенности. Основы этики научной деятельности исследований

5 Патентный поиск

История изобретательства. Роль и значение изобретательской деятельности в ускорении научно-технического прогресса. Система охраны интеллектуальной собственности в России. Методология оценки новизны созданного технического решения. Методика, цель и результаты патентного поиска. Критерии оценки новизны решения. Российское законодательство в сфере охраны интеллектуальной собственности.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:

Тема 1. Естествознание как система наук о природе. Методы и модели научного познания.

Тема 2. Методология и организация научного исследования

Тема 3 Информационное обеспечение научно-исследовательского процесса. Научные открытия.

Тема 4 Методика выполнения научно исследовательской работы

Тема 5 Интеллектуальная собственность.

Тема 6 Российское законодательство в области охраны интеллектуальной собственности.

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:

Тема 1. Естествознание как система наук о природе. Методы и модели научного познания.

Тема 2. Методология и организация научного исследования

Тема 3 Информационное обеспечение научно-исследовательского процесса. Научные открытия.

Тема 4 Методика выполнения научно исследовательской работы

Тема 5 Интеллектуальная собственность.

Тема 6 Российское законодательство в области охраны интеллектуальной собственности.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или)

групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1. Естествознание как система наук о природе. Методы и модели научного познания.</i>	<i>УК-1; ОПК-2; ОПК-4</i>	<i>Тестирование</i>
<i>Тема 2. Методология и организация научного исследования</i>	<i>УК-1; ОПК-2; ОПК-4</i>	<i>Тестирование</i>
<i>Тема 3 Информационное обеспечение научно-исследовательского процесса. Научные открытия.</i>	<i>УК-1; ОПК-2; ОПК-4</i>	<i>Тестирование</i>
<i>Тема 4 Методика выполнения научно-исследовательской работы</i>	<i>УК-1; ОПК-2; ОПК-4</i>	<i>Тестирование</i>
<i>Тема 5 Интеллектуальная собственность.</i>	<i>УК-1; ОПК-2; ОПК-4</i>	<i>Тестирование</i>
<i>Тема 6 Российское законодательство в области охраны интеллектуальной собственности.</i>	<i>УК-1; ОПК-2; ОПК-4</i>	<i>Тестирование</i>

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Тестовые вопросы

К теме 1. Естествознание как система наук о природе. Методы и модели научного познания.

1. Системный подход – это ...

1. систематические и случайные элементы
2. совокупность хорошо структурированных и тесно взаимосвязанных между собой элементов
3. основные и дополнительные понятия
4. абсолютные и относительные понятия

2. Экспландум – это:

1. Утверждение, описывающее явление, которому дается объяснение
2. Эксперимент, осуществляемый с целью проверки гипотезы или теории
3. Объяснение действий людей посредством указания на цели и мотивы действующего субъекта
4. Логический вывод

3. Электронный микроскоп был изобретен в:

1. 1894 году
2. 1931 году
3. 1940 году
4. 1837 году

4. Измерительная система автоматического контроля выполняет функции...

1. контроля технологических процессов

2. определения работоспособности элемента и локализации неисправности
3. определения принадлежности объекта к одной из известных групп объектов
4. получение максимального количества достоверной измерительной
5. информации об объекте

5.Использование автоматизированной системы контроля и управления сбором данных для выявления неисправностей называется...

1. автоматической блокировкой
2. автоматическим регулированием
3. технической диагностикой
4. предельной защитой

6. Научной основой обеспечения единства измерений является:

1. систематизация
2. метрология
3. стандартизированные методики выполнения измерений
4. теоретическая база стандартизации

7. Средства измерений представляют собой...

1. совокупность субъектов деятельности и видов работ, направленных на обеспечение
2. единства измерений
3. техническое устройство, предназначенное для измерений
4. средство испытаний, представляющие собой техническое устройство для
5. воспроизведения условий испытаний
6. установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений

К теме 2. Методология и организация научного исследования.

1.Измерения с использованием метода совпадений осуществляют с помощью...

1. микрометра
2. манометра
3. профилометра
4. штангенциркуля

2. Измерения по методу непосредственной оценки реализуются в ...

1. фазометрах
2. штангенинструментах
3. микрометрах
4. амперметрах

3. Свойство, общее в качественном отношении для множества объектов, но индивидуальное

1. в количественном отношении для каждого из них, называется
2. размером физической величины
3. размерностью физической величины
4. физической величиной
5. фактором

4. Качественной характеристикой физической величины является....

1. размерность
2. погрешность измерений
3. постоянство во времени
4. размер

5. Измерительная система автоматического контроля выполняет функции...

1. контроля технологических процессов
2. определения работоспособности элемента и локализации неисправности
3. определения принадлежности объекта к одной из известных групп объектов

4. получение максимального количества достоверной измерительной информации об объекте

6. Единство измерений — это...

1. техническое устройство, предназначенное для измерений
2. состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах
3. величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью
4. совокупность операций, необходимая для обеспечения соответствия измерительного оборудования требованиям, отвечающим его назначению
5. совокупность операций для установления значения величины

7. Процесс измерения представляет собой...

1. совокупность операций для установления значения величины
2. постоянное слежение, надзор, а также измерение через определенные интервалы времени
3. состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах
4. величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью
5. совокупность операций, необходимую для обеспечения соответствия измерительного оборудования требованиям, отвечающим его назначению.

К теме 3 Информационное обеспечение научно-исследовательского процесса.

***Научные
открытия.***

1. Документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов

1. сертификат соответствия
2. знак соответствия
3. аттестат
4. свидетельство о соответствии

2. Жидкостный термометр в 1631 году изобрел

1. Г.Галилей
2. Ж.Рей
3. Б.Кастелли
4. Р.Декарт измерений

3. Обязательное подтверждение соответствия может быть в форме...

1. декларирования соответствия
2. лицензирования
3. обязательной сертификации
4. добровольной сертификации

4. За что получил Нобелевскую премию Анри Беккерель?

1. За работу над уравнением состояния газов и жидкостей
2. За вклад в создание беспроводной телеграфии
3. За открытие радиоактивности
4. За открытие дифракции рентгеновских лучей на кристаллах

5. Электрон был открыт в:

1. 1823 году
2. 1900 году
3. 1897 году
4. 1912 году

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Понятие, содержание и функции науки.
2. Структура науки и этапы ее развития.
3. Научно-исследовательская работа в вузе: сущность и специфика.
4. Понятия «наука», «научное познание», «научность», «научное исследование».
5. Научные методы исследования, их классификация.
6. Этапы проведения научных исследований.
7. Классификация научных исследований.
8. Содержание теоретического уровня научных исследований.
9. Содержание эмпирического уровня научных исследований.
10. Обработка результатов экспериментальных исследований. Теория случайных ошибок, доверительная вероятность.
11. Этапы поиска источников и научной литературы.
12. Системный подход в научно исследовательской деятельности.
13. Основные понятия науки: категории, теории, гипотезы, принципы, методы, законы, парадигмы и др.
14. Правила оформления библиографических и информационных ссылок.
15. Структурные элементы научного исследования.
16. Цитирование. Особенности применения цитат в научном исследовании.
17. Научный стиль речи, его особенности.
18. Организация научно-исследовательской работы магистров в университете.
19. Программа НИРС и индивидуальный план НИР магистра-аспиранта.
20. Теория решения изобретательских задач. Объекты изобретения.
21. Методы решения изобретательских задач.
22. Формы НИР. Организации, осуществляющие НИР. Финансирование НИР.
23. Понятия актуальности и новизны исследования.
24. Цель, проблемы, гипотеза, задачи исследования. Объект и предмет исследования.
25. Структура и особенности научных текстов.
26. Специфика первых систем теоретического физического знания. Концепция атомистики. Физическое учение Платона.
27. Аристотелева физика. Статика и гидростатика Архимеда.
28. Оптика Евклида и Птолемея.
29. Экспериментальные физические исследования Леонардо да Винчи.
30. Гелиоцентрическая концепция Н. Коперника.
31. Механика Г.Галилея и начало критики аристотелевской физики.
32. Физическая концепция И. Ньютона как итог развития опытного естествознания. Законы классической механики.
33. Принципы минимального времени П.Ферма и наименьшего действия П.Мопертюи.
34. Волновая концепция света О.Френеля.
35. Электромагнитное поле Максвелла и эфир.
36. Возникновение предпосылок атомной и ядерной физики.
37. Квантовая теория. Волновая механика. Квантовая статистика.
38. Концепции физики атомного ядра и элементарных частиц. Квантовая теория поля.
39. Электронная техника.
40. Возникновение и развитие радиофизики.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной 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. Басовский, Л. Е, Басовская Е.Н. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебник/ Л. Е. Басовский, Е. Н. Басовская. Москва: ИНФРА-М, 2022 - Лицензия до 31.12.2022. - ISBN 978-5-16-109177-7 on-line, 257 с.. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 251-254. - ISBN 978-5-16-016586-8: Б.ц. Имеются экземпляры в отделах: ЭБС Знаниум(1)
2. Шкляр, М. Ф. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ М. Ф. Шкляр. – 7-е изд.– Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2019 - Лицензия до 31.12.2022. - ISBN 978-5-394-03375-9, 208 с.. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 195-196. : Б.ц. Имеются экземпляры в отделах: ЭБС Знаниум(1)

Дополнительная литература

1. Космин, А. В, Космин, В.В. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А. В. Космин, В. В. Космин.– 5-е изд., перераб. И доп. – Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2022 - Лицензия до 31.12.2022. - ISBN 978-5-16-110024-0 on-line, 298 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 295. - ISBN 978-5-16-017504-1: Б.ц. Имеются экземпляры в отделах: ЭБС Знаниум(1)
2. Герасимов, Б. И, Дробышева, В.В., Злобина, Н.В. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Б. И. Герасимов, В. В. Дробышева, Н.В. Злобина и др. – 2-е изд., доп.– Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022 - Лицензия до 31.12.2022. - ISBN 978-5-16-103085-1 on-line, 271 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 269-270. - ISBN 978-5-16-016586-8: Б.ц. Имеются экземпляры в отделах: ЭБС Знаниум(1)

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН

- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы Нанотехнологий и инженерии**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Мультиферроики и умные материалы»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: к.ф.-м.н., доцент ИФМНиИТ Самусев И.Г

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В.Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Мультиферроики и умные материалы».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1.Наименование дисциплины: «Мультиферроики и умные материалы».

Цель дисциплины: ознакомление обучающихся с распространенными методами спектрального анализа и контроля веществ, в том числе наноструктур, функциональных материалов.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-1</i> <i>Способен разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1</i> <i>Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач.</i> <i>ПК-1.2</i> <i>Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии.</i> <i>ПК-1.3</i> <i>Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	Знать: физическую концепцию мультиферроиков. материалов с памятью формы и магнитореологических эластомеров; способы настройки физических свойств мультиферроиков для получения желаемых величин основных функционально используемых эффектов; способы применения мультиферроиков в практических приложениях. Уметь: объяснить физические принципы взаимосвязи электрической и магнитной поляризации в мультиферроиках; находить новые материалы, способные демонстрировать поведение присущее мультиферроикам; применять возможности мультиферроиков в существующих технологических концептах. Владеть: знаниями об основных функциональных свойствах мультиферроиков, материалов с памятью формы и магнитореологических эластомерах, а также о физических причинах их

		возникновения.
<i>ПК-2 Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства</i> <i>ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования</i> <i>ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	Знать: экспериментальные и теоретические методы изучения микро- и наноструктурированных магнитных материалов. Уметь: выбирать методы изучения необходимых свойств мультиферроидных материалов. Владеть: навыками решения задач, связанных с изучением свойств мультиферроиков.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Мультиферроики и умные материалы» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным модулям.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая

тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Тема 1. Основные уравнения и величины в электродинамике.	Уравнения Максвелла. Закон Фарадея. Закон Ампера. Явление магнитосопротивления. АС и DC сенсорика. Протекание АС тока через проводник (ферромагнитный провод).
2	Тема 2. Настраиваемая магнитная структура и гармонический спектр в аморфных микропроводах, применяемых в беспроводной сенсорике.	Магнитострикция. Доменная структура микропроводов с положительной магнитострикцией. Беспроводная магнитная сенсорика (включая детектирования напряжений) на основе быстрого распространения доменных границ. Микромагнитная структура в микропроводах с отрицательной магнитострикцией. Магнитоиндуктивный эффект
3	Тема 3. Магнитоиндуктивный и магнитоимпедансный эффекты.	Асимметричный магнитоиндуктивный эффект (статический и динамический). Композитные материалы с металлическими проводами.
4	Тема 4. Функциональные магнитоэлектрические композиты с магнитострикционными микропроводами.	Концепция функциональных магнитоэлектрических материалов. Электрическая поляризация в проводящих микроволокнах. Изменения электрического дипольного момента аморфных ферромагнитных микропроводов путём изменения их магнитной структуры (при помощи приложения внешнего магнитного поля или механических напряжений). Экспериментальное подтверждение сильной зависимости электрической

		поляризации от намагниченности. Приложения магнитоэлектрических материалов.
5	Тема 5. Свойства мультиферроиков в гексагональных керамических ферритах М-типа на основе $BaFe_{12}O_{19}$ and $SrFe_{12}O_{19}$.	Поиск свойств мультиферроиков в материалах с сильными магнитными свойствами. Способы синтеза материалов и их основные свойства. Кривые зависимости электрической поляризации от намагниченности. Сравнение с другими мультиферроиками.
6	Тема 6. Типы магнитореологических материалов и их приложения.	Реология. Распределение магнитных частиц в упругой матрице. Типы магнитореологических материалов. Основные практические приложения (биомедицина, шумоподавление, сенсоры, активаторы, клапаны).
7	Тема 7. Магнитные и суперпарамагнитные частицы. Магнитные свойства эластомеров с малой концентрацией частиц. Функция Ланжевена.	Магнитная структура микро- и наночастиц (однодоменный режим, суперпарамагнитный режим). Взаимодействие частиц в эластомере. Магнитостатическая энергия. Магнитокристаллическая энергия. Функция Ланжевена. Анизотропные магнитные эластомеры.
8	Тема 8. Эластомеры, их механические свойства, пьезо- и магнитосопротивление. Магнитодиелектрический эффект.	Физическая модель реологических материалов. Способы изготовления магнитореологических эластомеров. Механические свойства магнитореологических эластомеров. Пьезо- и магнитосопротивление. Магнитодиелектрический эффект. Магнитные и электрические свойства эластомеров под приложением давления.
9	Тема 9. Свойства мультиферроиков в реологических материалах.	Магнитострикция и пьезоэффект. Влияние внешних напряжений на состояние частиц в упругой матрице. Мультиферроики, основанные на магнитореологических эластомерах

		<i>с ферроэлектрическими частицами.</i>
10	<i>Тема 10. Общие свойства мультиферроиков.</i>	<i>Пьезоэффект. Магнитострикция. Ферроэлектрические свойства.</i>
11	<i>Тема 11. Композитные и умные материалы на основе мультиферроиков.</i>	<i>Композитные материалы. Умные материалы.</i>
12	<i>Тема 12. Линейные и нелинейные магнитоэлектрические эффекты.</i>	<i>Линейный магнитоэлектрический эффект. Нелинейный магнитоэлектрический эффект. Способы практического применения материалов с линейным и нелинейным МЭ.</i>

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

Тема 1. Основные уравнения и величины в электродинамике.

Тема 2. Настраиваемая магнитная структура и гармонический спектр в аморфных микропроводах, применяемых в беспроводной сенсорике.

Тема 3. Магнитоиндуктивный и магнитоимпедансный эффекты.

Тема 4. Функциональные магнитоэлектрические композиты с магнитострикционными микропроводами.

Тема 5. Свойства мультиферроиков в гексагональных керамических ферритах M-типа на основе $BaFe_{12}O_{19}$ and $SrFe_{12}O_{19}$.

Тема 6. Типы магнитореологических материалов и их приложения.

Тема 7. Магнитные и суперпарамагнитные частицы. Магнитные свойства эластомеров с малой концентрацией частиц. Функция Ланжевена.

Тема 8. Эластомеры, их механические свойства, пьезо- и магнитосопротивление. Магнито-диэлектрический эффект.

Тема 9. Свойства мультиферроиков в реологических материалах.

Тема 10. Общие свойства мультиферроиков.

Тема 11. Композитные и умные материалы на основе мультиферроиков.

Тема 12. Линейные и нелинейные магнитоэлектрические эффекты.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1. Основные уравнения и величины в электродинамике. Уравнения Максвелла. Закон Фарадея. Закон Ампера. Явление магнитосопротивления. АС и ДС сенсорики. Протекание АС тока через проводник (ферромагнитный провод).

Тема 2. Настраиваемая магнитная структура и гармонический спектр в аморфных микропроводах, применяемых в беспроводной сенсорике. Магнитострикция. Доменная структура микропроводов с положительной магнитострикцией. Беспроводная магнитная сенсорика (включая детектирования напряжений) на основе быстрого распространения доменных границ. Микромагнитная структура в микропроводах с отрицательной магнитострикцией. Магнитоиндуктивный эффект.

Тема 3. Магнитоиндуктивный и магнитоимпедансный эффекты. Асимметричный магнитоиндуктивный эффект (статический и динамический). Композитные материалы с металлическими проводами.

Тема 4. Функциональные магнитоэлектрические композиты с магнитострикционными микропроводами. Концепция функциональных магнитоэлектрических материалов. Электрическая поляризация в проводящих микроволокнах. Изменения электрического дипольного момента аморфных ферромагнитных микропроводов путём изменения их магнитной структуры (при помощи приложения внешнего магнитного поля или механических напряжений). Экспериментальное подтверждение сильной зависимости электрической поляризации от намагниченности. Приложения магнитоэлектрических материалов.

Тема 5. Свойства мультиферроиков в гексагональных керамических ферритах Мтипа на основе $BaFe_{12}O_{19}$ and $SrFe_{12}O_{19}$. Поиск свойств мультиферроиков в материалах с сильными магнитными свойствами. Способы синтеза материалов и их основные свойства. Кривые зависимости электрической поляризации от намагниченности. Сравнение с другими мультиферроиками.

Тема 6. Типы магнитореологических материалов и их приложения. Реология. Распределение магнитных частиц в упругой матрице. Типы магнитореологических материалов. Основные практические приложения (биомедицина, шумоподавление, сенсоры, активаторы, клапаны).

Тема 7. Магнитные и суперпарамагнитные частицы. Магнитные свойства эластомеров с малой концентрацией частиц. Функция Ланжевена. Магнитная структура микро- и наночастиц (однодоменный режим, суперпарамагнитный режим). Взаимодействие частиц в эластомере. Магнитостатическая энергия. Магнитокристаллическая энергия. Функция Ланжевена. Анизотропные магнитные эластомеры.

Тема 8. Эластомеры, их механические свойства, пьезо- и магнитосопротивление. Магнито-диэлектрический эффект. Физическая модель реологических материалов. Способы изготовления магнитореологических эластомеров. Механические свойства магнитореологических эластомеров. Пьезо- и магнитосопротивление. Магнито-диэлектрический эффект. Магнитные и электрические свойства эластомеров под приложением давления.

Тема 9. Свойства мультиферроиков в реологических материалах. Магнитострикция и пьезоэффект. Влияние внешних напряжений на состояние частиц в упругой матрице. Мультиферроики, основанные на магнитореологических эластомерах с ферроэлектрическими частицами.

Тема 10. Общие свойства мультиферроиков. Пьезоэффект. Магнитострикция. Ферроэлектрические свойства.

Тема 11. Композитные и умные материалы на основе мультиферроиков. Композитные материалы. Умные материалы.

Тема 12. Линейные и нелинейные магнитоэлектрические эффекты. Линейный магнитоэлектрический эффект. Нелинейный магнитоэлектрический эффект. Способы практического применения материалов с линейным и нелинейным МЭ.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Основные уравнения и величины в электродинамике. Настраиваемая магнитная структура и гармонический спектр в аморфных микропроводах, применяемых в беспроводной сенсорике. Магнитоиндуктивный и магнитоимпедансный эффекты. Функциональные магнитоэлектрические композиты с магнитострикционными микропроводами. Свойства мультиферроиков в гексагональных керамических ферритах М-типа на основе $BaFe_{12}O_{19}$ and $SrFe_{12}O_{19}$. Типы магнитореологических материалов и их приложения. Магнитные и суперпарамагнитные частицы. Магнитные свойства эластомеров с малой концентрацией частиц. Функция Ланжевена. Эластомеры, их механические свойства, пьезо- и магнитосопротивление. Магнито-диэлектрический эффект. Свойства мультиферроиков в реологических материалах. Общие свойства мультиферроиков. Композитные и умные материалы на основе мультиферроиков. Линейные и нелинейные магнитоэлектрические эффекты.

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам: Основные уравнения и величины в электродинамике. Настраиваемая магнитная структура и гармонический спектр в аморфных микропроводах, применяемых в беспроводной сенсорике. Магнитоиндуктивный и магнитоимпедансный эффекты. Функциональные магнитоэлектрические композиты с магнитострикционными микропроводами. Свойства мультиферроиков в гексагональных керамических ферритах М-типа на основе $BaFe_{12}O_{19}$ and $SrFe_{12}O_{19}$. Типы магнитореологических материалов и их приложения. Магнитные и суперпарамагнитные частицы. Магнитные свойства эластомеров с малой концентрацией частиц. Функция Ланжевена. Эластомеры, их механические свойства, пьезо- и магнитосопротивление. Магнито-диэлектрический эффект. Свойства мультиферроиков в реологических материалах. Общие свойства мультиферроиков. Композитные и умные материалы на основе мультиферроиков. Линейные и нелинейные магнитоэлектрические эффекты.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Тема 1. Основные уравнения и величины в электродинамике</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Тест</i>
<i>Тема 2. Настраиваемая магнитная структура и гармонический спектр в аморфных микропроводах, применяемых в беспроводной сенсорике.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Тест</i>
<i>Тема 3. Магнитоиндуктивный и магнитоимпедансный эффекты.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Перевод и представление результатов научной статьи по теме дисциплины</i>
<i>Тема 4. Функциональные магнитоэлектрические композиты с магнитострикционными микропроводами.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Перевод и представление результатов научной статьи по теме дисциплины</i>
<i>Тема 5. Свойства мультиферроиков в гексагональных керамических ферритах Мтипа на основе BaFe12O19 and SrFe12O19.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Тест</i>
<i>Тема 6. Типы магнитореологических материалов и их приложения.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Тест</i>
<i>Тема 7. Магнитные и суперпарамагнитные частицы. Магнитные свойства эластомеров с малой концентрацией частиц. Функция Ланжевена.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Тест</i>
<i>Тема 8. Эластомеры, их механические свойства, пьезо- и магнитосопротивление. Магнито-диэлектрический эффект.</i>	<i>ПК-1, ПК-2</i>	<i>Перевод и представление результатов научной статьи по теме дисциплины</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 9. Свойства мультиферроиков в реологических материалах.	ПК-1, ПК-2	Перевод и представление результатов научной статьи по теме дисциплины
Тема 10. Общие свойства мультиферроиков.	ПК-1, ПК-2	Тест
Тема 11. Композитные и умные материалы на основе мультиферроиков.	ПК-1, ПК-2	Тест
Тема 12. Линейные и нелинейные магнитоэлектрические эффекты.	ПК-1, ПК-2	Перевод и представление результатов научной статьи по теме дисциплины

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

Как изменяется электрическое сопротивление классического ферромагнитного материала при приложении к нему внешнего магнитного поля?

1. Увеличивается
2. Уменьшается
3. Остаётся постоянным

Микропровод с каким показателем магнитострикции будет демонстрировать прямоугольную петлю гистерезиса?

1. Нулевым
2. Положительным
3. Отрицательным

Какой из данных методов используется для настройки магнитных свойств микропроводов?

Окисление поверхности

1. Отжиг электрическим током
2. Отжиг температурой
3. Химическое травление
4. Приложение механических напряжений

Какой из указанных пунктов не является биологическим применением магнитных жидкостей?

1. Гипотермия
2. Доставка лекарств
3. Механическое разрушение заражённых клеток
4. Контрастный агент

Как происходит процесс перемагничивания однодоменной частицы в идеальном случае?

1. Магнитный момент непрерывно поворачивается в сторону
2. направления внешнего магнитного поля
3. Магнитный момент скачком меняет своё направление на 180°

4. Объём частицы разбивается на домены, а после завершения процесса частица снова становится однодоменной

При помощи какого из предложенных вариантов можно получить анизотропный магнитореологический эластомер?

1. Приложение давления при полимеризации
2. Приложение внешнего магнитного поля при полимеризации
3. Приложение температурного градиента при полимеризации

Что из предложенного является приложением материалов с магнитоэлектрическим эффектом?

1. Шумоподавление
2. Сенсоры электрического поля
3. Биомедицина
4. Исполнительные элементы
5. Магнитная память

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

1. Настраиваемая магнитная структура и гармонический спектр в аморфных микропроводах, применяемых в беспроводной сенсорике.

1. Как отличается микромагнитная структура в микропроводах с положительным и отрицательным знаком коэффициента магнитоstriction?
2. Объясните причину возникновения явления обратной магнитоstriction.
3. Как приложение внешних механических напряжений влияет на магнитные свойства микропроводов?
4. Объясните физический механизм влияния отжига на магнитные свойства микропроводов.
5. При помощи какой экспериментальной конфигурации можно измерить скорость движения доменной границы в микропроводе?

2. Функциональные магнитоэлектрические композиты с магнитоstrictionными микропроводами.

1. Опишите эффект магнитоимпеданса в ферромагнитном микропроводе.
2. Как зависит электрическая поляризация микропровода от его намагниченности?
3. Как зависит электрическая поляризация микропровода от его внутренних механических напряжений?

3. Типы магнитореологических материалов и их приложения.

1. Какие типы наполнителей используются в упругих средах для придания им магнитореологических свойств?
2. В чём заключается физический механизм возникновения магнитореологических свойств?
3. Классифицируйте реологические материалы по их упруго-вязким свойствам.
4. Каковы основные биологические применения магнитных жидкостей?
5. Каковы основные применения магнитных пен и гелей?
6. Какие физические параметры магнитореологических эластомеров меняются под приложением внешнего магнитного поля? Как и за счёт чего они меняются?

4. Свойства мультиферроиков в реологических материалах.

1. Объясните физический принцип обратного магнитоэлектрического эффекта.
2. Что такое эффект Виллари? В чём его физический принцип?
3. Частицы с какими свойствами используются для создания магнитореологических эластомеров со свойствами мультиферроиков?

5. Композитные и умные материалы на основе мультиферроиков.

1. Назовите примеры практически используемых композитных материалов.
2. Как могут быть использованы умные материалы на основе мультиферроиков?

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает низший уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает низший уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого	удовлетворительно		55-70

		материала			
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня	неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55	

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

Пироэлектрический, флексоэлектрический и родственные эффекты в сегнетоэлектриках, антисегнетоэлектриках, сегнетоэлектриках-релаксорах и мультиферроиках : монография / Ю. Н. Захаров, Е. И. Ситало, И. А. Паринов, Н. А. Болдырев ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. - 243 с. - ISBN 978-5-9275-3972-7.

Дополнительная литература

1. Multiferroic Materials: Properties, Techniques, and Applications (Series in Materials Science and Engineering) 2016 by Junling Wang (Editor)
2. Yu. N. Venevtsev, V. V. Gagulin, V. N. Lyubimov. Ferromagnetics, M.: Science, (1982)
3. N.A. Spaldin, The Renaissance of Magnetoelectric Multiferroics, Science, 309, 5733, 391—392 (2005)
4. D.I. Khomskii. Multiferroics: Different ways to combine magnetism and ferroelectricity, Journal Magn. Mater. 306, 1-8 (2006)
5. T. Kimura et al. Magnetic control of ferroelectric polarization, Nature 426, 55-58 (2003)
6. A.R. Akbashev, A.R. Kaul., Russian Chemical Reviews 80, 1159 (2011)
7. A. P. Pyatakov, A. K. Zvezdin. Magnetoelectric materials and multiferroics // UFN. - 2012. - T. 182. - p. 593-620.
8. Kallio M. The elastic and damping properties of magnetorheological elastomers. – VTT Publications. –2005. – 149 pp.
9. E. Y. Kramarenko, A. V. Chertovich, G. V. Stepanov, A. S. Semisalova, L. A. Makarova, N. S. Perov, and A. R. Khokhlov, “Magnetic and viscoelastic response of elastomers with hard magnetic filler,” Smart Materials and Structures, vol. 24, pp. 035002–035002, 2015.
10. L. A. Makarova, Y. A. Alekhina, and N. S. Perov, “Peculiarities of magnetic properties of magnetoactive elastomers with hard magnetic filler in crossed magnetic fields,” Journal of Magnetism and Magnetic Materials, pp. 10–16, 2017.
11. L. A. Makarova, Y. A. Alekhina, T. S. Rusakova, and N. S. Perov, “Tunable properties of magnetoactive elastomers for biomedical applications,” Physics procedia, vol. 82, pp. 38–45, 2016. 16
12. New multiferroic composite materials consisting of ferromagnetic, ferroelectric and polymer components / Makarova L.A., Rodionova V.V., Alekhina Yu.A., Rusakova T.S., Omelyanchik A.S., Perov N.S. // IEEE Transactions on Magnetism. - 2017. - Vol. 53. № 11. - P. 2502407.
13. Elastically coupled ferromagnetic and ferroelectric microparticles: new multiferroic materials based on polymer, NdFeB and PZT particles / Makarova L.A., Alekhina Yu.A., Omelyanchik A.S., Rodionova V.V., Malysheva O.V. and Perov N.S. // JMMM. - 2017. doi:10.1016/j.jmmm.2017.11.121.
14. J.L. Mietta, et.al., “Anisotropic magnetoresistance and piezoresistivity in structured Fe₃O₄-silver particles in PDMS elastomers at room temperature”, Langmuir, American Chemical Society, 2012, pp.6985-6996.

15. G.E. Iacobescu, M. Balasoiu, I. Bica, "Investigation of surface properties of magnetorheological elastomers by atomic force microscopy", J. Supercond. Nov. Magn., 2013, No.26, pp.785-792.
16. S.A. Mazlan, "Recent progress on magnetorheological solids: materials, fabrication, testing and applications", Advanced Engineering Materials, 2014, Review, 35 p.
17. S. Wang, C. Yang, X. Bian, "Magnetoviscous properties of Fe₃O₄ silicon oil based ferrofluid", Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 2012, No.324, pp.3361- 3365.
18. D. Bhadra et.al., "Synthesis of PVDF-BiFeO₃ nanocomposite and observation of enhanced electrical conductivity and low-loss dielectric permittivity at percolation threshold", Journal of Polymer Science 2012, 8 p.
19. Rabinow J. The magnetic fluid clutch // Proceedings of the AIEE Trans. – 1948. – V. 67. – P. 1308-1315.
20. Carlson J.D., Jolly M.R. Magnetorheological fluid, foam and elastomer devices // Mechatronics. – 2000. – Vol. 10. – P. 555-569.
21. Magnetic fluid hyperthermia (MFH): cancer treatment with AC magnetic fluid induced excitation of biocompatible superparamagnetic nanoparticles / Jordan A. et.al. //JMMM. – 1999. – Vol. 201. – P. 413-419.
22. Marie H., Plassat V., Lesier S. Magnetic-fluid-loaded liposomes for MR imaging and therapy of cancer // J. of Drug Delivery Sci. and Tech. – 2013. – Vol. 23, №1. – P.25- 37

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;

- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аддитивные технологии»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: Петров А.К. – старший научный сотрудник МГУ имени М.В. Ломоносова, к.ф.-м.н

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В.Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Аддитивные технологии».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1.Наименование дисциплины: «Аддитивные технологии».

Цель дисциплины: овладение обучающимися знаниями о современных методах трёхмерной печати, их преимуществах и ограничениях, а также основных сферах применения. Знание основ трёхмерной печати даёт обучающемуся преимущество в их исследовательской работе, ускоряя решение поставленных задач и открывая пути к решению ранее неразрешимых вопросов.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-2 Способен организовывать, контролировать и внедрять технологические процессы выбранных современных высокотехнологичных производств.</i>	<i>ПК-2.1 Разрабатывает и прогнозирует эффективность внедрения технологических решений для выбранного производства</i> <i>ПК-2.2 Контролирует соблюдение технологических процессов и правильной эксплуатацией технологического оборудования</i> <i>ПК-2.3 Описывает полный цикл технологической цепочки для выбранного производства.</i>	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
<i>ПК-3 Способен организовывать контроль и техническое сопровождение разработки материалов для выбранных приложений и технологических процессов конкретных производств</i>	<i>ПК-3.1 Организует входной контроль материалов, сырья и оборудования, необходимого для выполнения поставленной задачи.</i> <i>ПК-3.2 Организует проведение и контроль метрологических испытаний предлагаемого технологического решения.</i>	

	<i>ПК-3.3</i> <i>Организовывает техническое сопровождение этапов испытания и производства в соответствии с предлагаемым технологическим решением в лабораторных условиях и на производстве.</i>	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» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным модулям.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>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	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.
6	Тема 2.2. Порошковые методы трехмерной печати.	Основные методы порошковой печати: SLS, SLM/DMLS/DMP, LENS/DMT, MJF, EBM и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов. Постобработка.
7	Тема 2.3. Струйные методы трехмерной печати.	Основные методы струйной печати: MJ, BJ, NPJ, DOD и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.
8	Тема 2.4. Трёхмерная биопечать	Построение скаффолдов. Капельная биопечать. Метод печати био-чернилами. Экструзионная биопечать
9	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 topdown. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.
10	Тема 3.1. Литографические и гибридные методы печати.	Основные гибридные методы микрофабрикации на основе

		<i>литографии: MICA, EFAB и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.</i>
<i>1 1</i>	<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>
<i>1 2</i>	<i>Тема 3.3. Осаждение, индуцированное сфокусированным ионным пучком.</i>	<i>Устройство экспериментальной установки, позволяющей получать сфокусированные ионные пучки. Основные методы печати на основе осаждения, индуцированного сфокусированным ионным пучком: FEBID, Cryo-FEBID, FIBID и особенности построения объектов. FEBID-симуляция. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов. Технологии улучшения качества получаемых изделий.</i>

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы:

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

Тема 1.1. Введение в аддитивное производство. Основные отличительные свойства аддитивных технологий.

Тема 1.2. Классификация технологий трёхмерной печати.

Тема 1.3. Основное программное обеспечение для трёхмерной печати.

Тема 1.4. Создание и подготовка трёхмерного объекта.

Тема 2.1. Экструзионные методы трехмерной печати.

Тема 2.2. Порошковые методы трехмерной печати.

Тема 2.3. Струйные методы трехмерной печати.

Тема 2.4. Трёхмерная био-печать.

Тема 2.5. Многостадийная и непрерывная трёхмерная печать с помощью фотополимеризации.

Тема 3.1. Литографические и гибридные методы печати.

Тема 3.2. Электроосаждение ионов в жидкости.

Тема 3.3. Осаждение, индуцированное сфокусированным ионным пучком.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1.1. Введение в аддитивное производство. Основные отличительные свойства аддитивных технологий. Определение аддитивных технологий. История трёхмерной печати. Основные отрасли применения.

Тема 1.2. Классификация технологий трёхмерной печати. Методы, основанные на экструзии материалов. Струйные методы. Методы струйного нанесения связующего вещества. Методы фотополимеризации в ванне. Методы сплавления материала в заранее сформированном порошковом слое. Методы нанесения с прямым подводом энергии.

Тема 1.3. Основное программное обеспечение для трёхмерной печати. Построение при помощи компьютера: моделирование твёрдого тела. Моделирование поверхностей. Скульптурирование. Тема 1.4. Создание и подготовка трёхмерного объекта. 3D-сканирование. Фотограмметрия. Обработка краев модели. Программное обеспечение для исправления ошибок компьютерной модели объекта. Процедура слайсинга. Симуляции в трёхмерной печати.

Тема 2.1. Экструзионные методы трехмерной печати. Методы осаждения расплавом и особенности построения объектов. Робокастинг. Метод электроспиннинга расплава. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.

Тема 2.2. Порошковые методы трехмерной печати. Основные методы порошковой печати: SLS, SLM/DMLS/DMP, LENS/DMT, MJF, EBM и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов. Постобработка.

Тема 2.3. Струйные методы трехмерной печати. Основные методы струйной печати: MJ, BJ, NPJ, DOD и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.

Тема 2.4. Трёхмерная биопечать. Построение скаффолдов. Капельная био-печать. Метод печати био-чернилами. Экструзионная био-печать.

Тема 2.5. Многостадийная и непрерывная трёхмерная печать с помощью фотополимеризации. Основные методы многостадийной печати с помощью фотополимеризации: SLA, DLP, uSL и особенности построения объектов. Основные методы непрерывной печати с помощью фотополимеризации: непрерывная печать на границе жидкой фазы, печать с помощью двухфотонной фотополимеризации и особенности построения объектов. Основные физические принципы методов, подходы bottom-up и top-down. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.

Тема 3.1. Литографические и гибридные методы печати. Основные гибридные методы микрофабрикации на основе литографии: MICA, EFAB и особенности построения

объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.

Тема 3.2. Электроосаждение ионов в жидкости. Основные методы печати на основе электроосаждения ионов в жидкости: FluidFM, SICM, Meniscus printing и особенности построения объектов. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов.

Тема 3.3. Осаждение, индуцированное сфокусированным ионным пучком. Устройство экспериментальной установки, позволяющей получать сфокусированные ионные пучки. Основные методы печати на основе осаждения, индуцированного сфокусированным ионным пучком: FEBID, Cryo-FEBID, FIBID и особенности построения объектов. FEBID-симуляция. Используемые материалы и области применения. Преимущества и недостатки методов. Технологии улучшения качества получаемых изделий.

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам: Введение в аддитивное производство. Основные отличительные свойства аддитивных технологий. Классификация технологий трёхмерной печати. Основное программное обеспечение для трёхмерной печати. Создание и подготовка трёхмерного объекта. Экструзионные методы 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: 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 биопечать. Многостадийная и непрерывная трёхмерная печать с помощью фотополимеризации. Литографические и гибридные методы печати. Электроосаждение ионов в жидкости. Осаждение, индуцированное сфокусированным ионным пучком.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем,

в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и 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 1.1. Введение в аддитивное производство. Основные отличительные свойства аддитивных технологий.	ПК-2, ПК-3	тест
Тема 1.2. Классификация технологий трёхмерной печати.	ПК-2, ПК-3	тест
Тема 1.3. Основное программное обеспечение для трёхмерной печати.	ПК-2, ПК-3	тест
Тема 1.4. Создание и подготовка трёхмерного объекта.	ПК-2, ПК-3	тест
Тема 2.1. Экструзионные методы трехмерной печати	ПК-2, ПК-3	тест
Тема 2.2. Порошковые методы трехмерной печати.	ПК-2, ПК-3	тест
Тема 2.3. Струйные методы трехмерной печати.	ПК-2, ПК-3	тест
Тема 2.4. Трёхмерная биопечать.	ПК-2, ПК-3	тест
Тема 2.5. Многостадийная и непрерывная трёхмерная печать с помощью фотополимеризации.	ПК-2, ПК-3	тест
Тема 3.1. Литографические и гибридные методы печати.	ПК-2, ПК-3	тест
Тема 3.2. Электроосаждение ионов в жидкости.	ПК-2, ПК-3	тест
Тема 3.3. Осаждение, индуцированное сфокусированным ионным	ПК-2, ПК-3	тест

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контроли- руемой	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>пучком.</i>		

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Какой механизм используется для обеспечения затвердевания осаждённого материала при использовании метода MJ?

1. Понижение температуры
2. Осаждение уже твёрдофазного
3. материала
4. Облучение ультрафиолетом

Какой метод трёхмерной печати позволяет печатать не только на плоских поверхностях?

1. MJ
2. SLA
3. SLS
4. EBAM

Какой метод трёхмерной печати позволяет печатать металлы?

1. FDM
2. MJ
3. BJ
4. SLA
5. SLM
6. SLS

Назовите термин, обозначающий программную процедуру представления трёхмерной модели как набора двумерных слоёв.

Какого порядка разрешение достигается в методе FluidFM? 100 мкм

1. 5 мкм
2. 0,5 мкм
3. 50 нм

Назовите термин, обозначающий биосовместимую полимерную структуру, часто используемую для конструирования тканей и клеток.

Какой из предложенных методов обеспечивает наибольшее пространственное разрешение?

1. SLA
2. FluidFM
3. FEBID
4. SICM

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

- 1) Послойное построение объекта. Характерные скорости, размеры, виды используемых материалов.
- 2) Экономическая целесообразность, сокращение расходов производства, упрощение логистики, конвейерное производство, FDM-принтер с конвейером.
- 3) Виды слайсеров, фотограмметрия, 3D сканирование, CAD/CAM системы.
- 4) Ошибки триангуляции, нулевая геометрия, искажение облака нормалей, внутренние поверхности, потеря фасетов.

- 5) Толщина слоя, межстрочный интервал, скорость печати, «возврат подачи», «нахлест материала», основные части объектов: «дно», «внешний периметр», «внутренний периметр», «крыша».
- 6) Образование первого слоя: raft, skirt, brim.
- 7) Методы увеличения адгезии: изменение температуры, толщина и скорость первого слоя, охлаждение, нанесение функциональных покрытий.
- 8) Основные дефекты печати и методы их устранения: коробление, перекося, вскипание, подутость
- 9) Основные дефекты печати и методы их устранения: неслойность, «слоновья нога», внешние провисания, волнистость
- 10) Основные дефекты печати и методы их устранения: провисания, слоистость нижнего слоя, недоэкструзия, просечки
- 11) Основные дефекты печати и методы их устранения: царапины, недозаполнение, пушистость, пропущенный слой, несоблюдение осей
- 12) Лазерные технологии, однофотонное и двухфотонное поглощение, фотополимеризация
- 13) Фотонагрев, лазерноиндуцированный транспорт, фотовосстановление.
- 14) Экструзия материала, функциональные добавки: проводящие, магнитные, фосфоресцирующие, термостойкие, армированные пластики, конвейерная печать.
- 15) Биопечать, лазерноиндуцированная прямая печать, псевдопластичность, модуляция проводимости.
- 16) Порошковые аддитивные технологии, плотность укладки, спекание и сплавление.
- 17) Методы исследования внутренней структуры, пористость, эвтектика, композитные материалы.
- 18) Прямая и косвенная печать методом селективного лазерного спекания.
- 19) Порошковая печать с использованием связующего вещества, цветная трехмерная печать
- 20) Порошковая печать с использованием функциональных добавок, концепция 3D-принтера Hewlett Packard, мультиматериальная печать.
- 21) Печать наночастицами, концепция 3D-принтера XJET
- 22) Печать воском, концепция 3D-принтера 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

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная	Изложение в пределах задач курса теоретически и	удовлетворительно		55-70

й)	деятельность	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. Стриганова, Л. Ю. Инженерная и компьютерная графика : учебное пособие / Л. Ю. Стриганова, Т. И. Кириллова. - Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2019. - 140 с. - ISBN 978-5-7996-2678-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1936351>
2. Бусыгина, Е. Б. Основы технического черчения : учебное пособие / Е. Б. Бусыгина, К. Н. Соломонов, О. Н. Чиченева. - Москва : ИД МИСиС, 2004. - 112 с. - ISBN 5-87623-126-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1242242>

Дополнительная литература

1. Инженерная 3D-компьютерная графика [Электронный ресурс] : учеб. пособие для бакалавров / А. Л. Хейфец [и др.] ; под ред. А. Л. Хейфеца, 2015. - 1 on-line, 602 с.
2. Вышнепольский И. С. Техническое черчение : учеб. для вузов и ссузов/ И. С. Вышнепольский. -10-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Юрайт, 2014. -317 с.
3. Норенков, И. П. Основы теории и проектирования САПР: Учеб. для втузов по спец. "Вычисл. машины, комплексы, системы и сети"/ И. П. Норенков, В. Б. Маничев. - М.: Высш. шк., 1990. - 335 с
4. Райан, Д. Инженерная графика в САПР/ Д. Райан; Пер.с англ.В.В.Мартынюка др.;Под ред.Д.А.Корягина. - М.: Мир, 1989. - 391 с.
5. Малюх, В. Н. Введение в современные САПР/ В. Н. Малюх. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 190, [1] с.: рис., табл.. - Библиогр.: с. 191.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM

- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы Нанотехнологий и инженерии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Избранные главы биологии и химии»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: 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 Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В.Юров

Директор ВШ Нанотехнологий и инженерии

К.А. Гриценко

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 знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Избранные главы биологии и химии».

Цель дисциплины: овладение обучающимися основными принципами, законами, методами, технологиями биологии и химии для дальнейшего их использования другими дисциплинами естественнонаучного содержания

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-1 Способен разрабатывать материалы для различных приложений на основе новейших исследовательских данных и в контексте актуальных производственных задач индустрии.</i>	<i>ПК-1.1 Описывает технологические цепочки и процессы современных высокотехнологичных производств с точки зрения материаловедческих задач. ПК-1.2 Определяет функциональные характеристики материалов, необходимых для разработки необходимой технологии. ПК-1.3 Разрабатывает материалы, потенциально применимые в необходимой технологии, с учетом их функциональных характеристик.</i>	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 химического 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 части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным модулям.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в

значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименование раздела	Содержание раздела
1	<i>Принципы метаболического контроля</i>	<i>Свойства фермента и контроль в клетке. Гомеостаз. Изоферменты и коферменты. Медицинские последствия ферментов.</i>
2	<i>Основы биохимии питания</i>	<i>функции и потребности в питательных веществах, обзор метаболизма и энергетических стратегий в клетках человека, ключевой цикл для множества ролей: цикл трикарбоновых кислот</i>
3	<i>Дыхательная цепь</i>	<i>стратегия восстановления энергии, функционирование и контроль транспортной цепи митохондрий электронов, окислительное фосфорилирование.</i>
4	<i>Углеводы в качестве клеточного топлива</i>	<i>Углеводы в качестве клеточного топлива</i>
5	<i>Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт</i>	<i>Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт</i>
6	<i>Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот</i>	<i>Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот</i>
7	<i>Гликоген. Запас гликогена в организме</i>	<i>Гликоген. Запас гликогена в организме</i>
8	<i>Кинетика биологических реакций</i>	<i>Основа биологических реакций. Кинетика ферментативных реакций.</i>
9	<i>Структура белка</i>	<i>Образование разных уровней структур белка и протеостазис.</i>
10	<i>Взаимосвязь структуры белка и его функций</i>	<i>Контроль функций белков. Основные принципы и механизмы. Фосфорилиция белков. Белковые киназы.</i>

1 1	<i>Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»</i>	<i>Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»</i>
1 2	<i>Клеточный цикл</i>	<i>Клеточный цикл</i>
1 3	<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. Фосфорилизация белков. Белковые киназы.

Тема 11. Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»

Тема 12. Клеточный цикл.

Тема 13. Клеточная смерть. Апоптоз и некроз

Требования к самостоятельной работе студентов

Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по следующим темам:

Принципы метаболического контроля

Основы биохимии питания

Дыхательная цепь

Углеводы в качестве клеточного топлива

Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт

Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот

Гликоген. Запас гликогена в организме

Кинетика биологических реакций

Структура белка

Взаимосвязь структуры белка и его функций

Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»

Клеточный цикл

Клеточная смерть. Апоптоз и некроз

Выполнение индивидуальных заданий, предусматривающего решение практических и ситуационных заданий по курсу, выдаваемых на практических занятиях, по следующим темам:

Принципы метаболического контроля

Основы биохимии питания

Дыхательная цепь

Углеводы в качестве клеточного топлива

Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт

Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот

Гликоген. Запас гликогена в организме

Кинетика биологических реакций

Структура белка

Взаимосвязь структуры белка и его функций

Процесс клеточной переработки аутофагии «Механизм Нобелевской премии»

Клеточный цикл

Клеточная смерть. Апоптоз и некроз

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-

педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и 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>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Основы биохимии питания</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Дыхательная цепь</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Углеводы в качестве клеточного топлива</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Пищеварение липидов и внутриорганный транспорт</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Аминокислоты. Откуда появляются аминокислоты? Комплексы и потенциальный ключ аминокислот</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Гликоген. Запас гликогена в организме</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Кинетика биологических реакций</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Структура белка</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Типовые задания практических, контрольных работ и проектов:

Свойство живых организмов ощущать действие факторов среды и отвечать на них – это:

1. обмен веществ;
2. раздражимость;
3. размножение;
4. рост;

5. движение.

Процесс увеличения массы тела и размеров организма в период его развития называется:

1. обмен веществ;
2. раздражимость;
3. размножение;
4. рост;
5. движение.

Процессы поступления питательных веществ в организм и выведение из него продуктов распада называется:

1. обмен веществ;
2. раздражимость;
3. размножение;
4. рост;
5. движение.

Процесс передачи наследственной информации от родителей к потомкам называется:

1. обмен веществ;
2. раздражимость;
3. размножение;
4. рост;
5. движение.

Процесс перемещения организма и его отдельных органов в пространстве или внутриклеточное перемещение это:

1. обмен веществ;
2. раздражимость;
3. размножение;
4. рост;
5. движение.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

- 1) Биология как наука, ее достижения, методы исследования, связи с другими науками. Роль биологии в формировании современной естественнонаучной картины мира.
- 2) Признаки и свойства живого: клеточное строение, особенности химического состава, обмен веществ и превращения энергии, гомеостаз, раздражимость, воспроизведение, развитие.
- 3) Уровневая организация и эволюция. Основные уровни организации живой природы: клеточный, организменный, популяционно-видовой, биогеоценотический, биосферный.
- 4) Биологические системы. Общие признаки биологических систем: клеточное строение, особенности химического состава, обмен веществ и превращения энергии, гомеостаз, раздражимость, движение, рост и развитие, воспроизведение, эволюция.
- 5) Химический состав клетки. Макро- и микроэлементы.
- 6) Неорганические вещества клетки. Вода, минеральные соли. Особенности строения, функции в клетке и организме.
- 7) Основные типы органических веществ в клетке. Взаимосвязь строения и функций неорганических и органических веществ (белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, АТФ), входящих в состав клетки. Роль химических веществ в клетке и организме человека.
- 8) Классификация углеводов, особенности их структуры.
- 9) Строение и функции моносахаридов.
- 10) Строение и функции полисахаридов.
- 11) Особенности строения белков как биологических полимеров. Мономеры белка.
- 12) Строение первичной и вторичной структуры белка.
- 13) Строение третичной и четвертичной структуры белка.

- 14) Функции белков. Ферменты – биологически активные вещества клетки.
- 15) Особенности структуры и функции липидов. Функции липидов в клетке.
- 16) Особенности строения нуклеиновых кислот как биологических полимеров. Строение мономеров нуклеиновых кислот.
- 17) Сходство и различие строения нуклеотидов ДНК и РНК.
- 18) Строение вторичной структуры ДНК. Понятие о процессе репликации.
- 19) Строение и функции основных компонентов клетки. Взаимосвязь строения и функций частей и органоидов клетки – основа ее целостности.
- 20) Строение клетки прокариот.
- 21) Сходство и различие в строении клетки про- и эукариот.
- 22) Виды бактерий. Болезнетворные бактерии.
- 23) Особенности строения клеточной мембраны про- и эукариот.
- 24) Надмембранные структуры клеток про- и эукариот, их функции.
- 25) Особенности строения цитоскелета клетки.
- 26) Особенности строения и функций генетического аппарата клеток про- и эукариот.
- 27) Строение и функции ядра.
- 28) Генетический материал ядра – хроматин. Современные представления о гене и геноме.
- 29) Клеточные органеллы про-кариот.
- 30) Одномембранные органеллы, их строение и функции.
- 31) Двухмембранные органеллы, их строение и функции.
- 32) Безмембранные органеллы, их строение и функции.
- 33) Специализированные органеллы, их строение и функции.
- 34) Основные понятия о клеточных процессах. Рост и развитие. Клеточный цикл.
- 35) Энергетический и пластический обмен, их взаимосвязь.
- 36) Стадии энергетического обмена. Брожение и дыхание.
- 37) Стадии биосинтеза белка. Особенности транскрипции и трансляции. Образование вторичной, третичной и четвертичной структуры белков.
- 38) Ткани многоклеточных организмов. Специализация клеток. Основные виды тканей человека.
- 39) Строение и функции эпителиальной ткани человека.
- 40) Строение и функции соединительной ткани человека.
- 41) Строение и функции мышечной ткани человека.
- 42) Строение и функции нервной ткани человека.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает низестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического и</i>	отлично	зачтено	86-100

		прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий			
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Древин, В. Е. Биологическая и физколлоидная химия: учебно-методическое пособие для студентов направления 36.03.02.62 «Зоотехния» / Древин В.Е., Спивак М., Комарова В. - Волгоград:Волгоградский ГАУ, 2015. - 152 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/615100>

Дополнительная литература

1. Биологическая химия : учеб. пособие для вузов/ [Ю. Б. Филиппович [и др.] ; под ред. Н. И. Ковалевской. -4-е изд., перераб. и доп.. -Москва: Академия, 2013. -1 о=эл. опт. диск (CDROM), 314, [1] с.: ил., рис., табл.

2. Верещагина В. А. Цитология : учеб. для вузов/ В. А. Верещагина. -Москва: Академия, 2012. -1 о=эл. опт. диск (CD-ROM), 172, [1] с.: ил., рис., табл.
3. Глинка Н. Л. Общая химия : учеб. пособие/ Н. Л. Глинка; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова. -18-е изд., перераб. и доп.. -М.: Юрайт, 2011. -885, [3] с.: ил., табл.
4. Глинка Н. Л.. Общая химия : учеб. для акад. бакалавриата : в 2 т./ Н. Л. Глинка ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Бабкова Т. 1. -1 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. 14
9. Щукин Е. Д. Коллоидная химия : учеб. для бакалавров/ Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. -7-е изд., испр. и доп.. -М.: Юрайт, 2013. -443, [1] с.: ил., табл.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;

- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы Нанотехнологий и инженерии**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование цифровых схем»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: 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 Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.
Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

А.В.Юров
К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Проектирование цифровых схем».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Проектирование цифровых схем».

Цель дисциплины: ознакомиться с основами проектирования цифровых схем, современными методами автоматизации, освоить навыки разработки, моделирования и анализа цифровых устройств для использования в электронике и вычислительной технике.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 <i>Способен разрабатывать и совершенствовать цифровые схемы и системы на основе современных исследовательских данных и с учетом актуальных задач электроники и вычислительной техники</i>	ПК-1.1 <i>Описывает технологические цепочки и процессы проектирования цифровых систем с учетом особенностей и этапов создания современных электронных устройств и интегрированных схем.</i> ПК-1.2 <i>Определяет функциональные характеристики цифровых компонентов и систем, необходимых для разработки и оптимизации технологий проектирования цифровых устройств.</i> ПК-1.3 <i>Разрабатывает цифровые компоненты и модули с учетом их функциональных характеристик и требований</i>	Студент, изучивший курс «Проектирование цифровых схем», должен знать: - базовые принципы построения цифровых схем и устройств, особенности работы их компонентов; - арифметические и логические основы цифровой техники, методы анализа и синтеза цифровых схем; - этапы проектирования цифровых устройств, включая выбор элементной базы и применение современных систем автоматизированного проектирования (САПР); - принципы работы интегральных схем различной степени интеграции и основы микропроцессорной техники; - правила оформления конструкторской документации и технические требования к цифровым устройствам; - методы оценки качества, надежности и электромагнитной совместимости цифровых систем; - технологические процессы производства и испытания цифровой электроники. Студент должен уметь: - выполнять анализ и синтез комбинационных и последовательных цифровых схем, упрощать логические выражения; - разрабатывать цифровые устройства в

	технологий проектирования цифровых систем.	соответствии с техническим заданием, применять интегральные схемы и микропроцессоры; - использовать программные средства для моделирования, проектирования и тестирования цифровых схем; - оформлять техническую и конструкторскую документацию по проектируемым схемам; - проводить исследования и испытания цифровых устройств, оценивать их параметры и работоспособность; - проектировать топологию печатных плат и подготовку цифровых систем к производству. Студент должен владеть навыками: - проведения лабораторных и практических работ по созданию и тестированию цифровых устройств; - самостоятельного анализа схем, проведения оптимизации и модернизации цифровых решений; - подготовки и оформления технической документации и отчетности по проектам цифровых систем.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Проектирование цифровых схем» представляет собой дисциплину части блока дисциплин подготовки студентов, формируемых участниками образовательных отношений и относится к элективным модулям.

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименова раздела	Содержание раздела
1	<i>Основы цифровой техники и систем счисления</i>	<i>Определение, история и перспективы развития аддитивных технологий. Методы и установки классификации, преимущества и ограничения по сравнению с консервативными методами производства.</i>
2	<i>Логические элементы и базовые принципы построения цифровых схем</i>	<i>Экструзионные методы (FDM), струйные, фотополимеризация (SLA, DLP), порошковые технологии (SLS, SLM, EBM), методы прямого подведения энергии, мультистадийная и гибридная печать.</i>
3	<i>Анализ и синтез комбинационных цифровых схем</i>	<i>Свойства и особенности используемых материалов: термoplastики, фотополимеры, металлы, композиты, биоматериалы. Выбор материала для рассмотрения вопросов биосовместимости и экологических аспектов.</i>
4	<i>Последовательные цифровые схемы и автоматные структуры</i>	<i>Компьютерное моделирование (CAD), 3D-сканирование и фотограмметрия, подготовка и оптимизация 3D-моделей, слайсинг, исправление ошибок моделей, обмен форматами файлов (STL и</i>

		др.).
5	<i>Языки описания аппаратуры и методы программирования</i>	<i>Основные этапы: моделирование, подготовка, настройка оборудования, построение изделия, обработка, контроль качества, удаление поддержек и особенности технического обслуживания.</i>
6	<i>Методы моделирования и тестирования цифровых схем</i>	<i>Основные программы для разработки, оптимизации и управления процессом: обработка моделей, разрезка (нарезка), симуляция печати и подготовка управляющих файлов для оборудования.</i>
7	<i>Системы автоматизированного проектирования цифровых устройств</i>	<i>Примеры развития в различных отраслях: машиностроение, медицина (включая биопечать и изготовление имплантов), авиастроение, ювелирное производство, прототипирование и малосерийное производство.</i>
8	<i>Архитектура интегральных цифровых схем и микропроцессорных систем</i>	<i>Особенности биопечати, используемые материалы и методы (экструзия, капельная печать, фотополимеризация), создание биоинженерных структур (скаффолдов), перспективы и ограничения биопечати.</i>
9	<i>Оформление технической и конструкторской документации</i>	<i>Новые технологии и направления: печать производящих материалов, мультиматериальная печать, микроскопические и нанотехнологические подходы, Проектирование цифровых схем в цифровой экономике.</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 преподавателем):

Введение в проектирование цифровых схем: основные понятия, история и классификация цифровых устройств.

Арифметические и логические основы цифровой техники: системы счисления, коды и операции.

Принципы построения и анализа логических элементов: базовые логические схемы, комбинационные и последовательностные устройства.

Минимизация логических функций: методы минимизации, диаграммы Вейча и Карно.

Проектирование комбинационных и последовательностных схем: функции, структуры, анализ и синтез.

Основные понятия и этапы проектирования цифровых устройств: технические задания, конструкторская и техническая документация.

Основы микропроцессорной техники и её роль в цифровых устройствах.

Средства автоматизированного проектирования (САПР) цифровых схем: обзор программ, технологии моделирования.

Принципы трассировки печатных плат и построения прототипов цифровых устройств.

Надёжность, качество, диагностика и методы тестирования цифровых схем.

Требования по электробезопасности, охране труда, промышленной и экологической безопасности при работе с цифровыми устройствами.

Перспективы развития цифровой схемотехники и инновационные решения отрасли.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Ознакомление с лабораторным оборудованием и базовыми логическими элементами.

Исследование и моделирование логических элементов и простых схем.

Минимизация булевых функций и построение схем по заданным логическим выражениям.

Синтез комбинационных устройств: примеры и практические задачи.

Проектирование и реализация последовательностных схем (триггеры, регистры, счетчики).

Использование САПР для разработки и моделирования цифровых устройств.

Разработка и создание принципиальных и монтажных схем с применением программных средств.

Сборка и монтаж прототипов цифровых устройств, проведение тестирования и выявление неисправностей.

Разработка и оформление технической и эксплуатационной документации на цифровое устройство.

Оценка качества, диагностика и анализ надёжности цифровых схем.

Работа с современными микроконтроллерами и микропроцессорными модулями в цифровых системах.

Работа с лекционным материалом и учебной литературой по темам:

Введение и история цифровой схемотехники.

Арифметико-логические основы и системы счисления.

Логические элементы и минимизация функций.

*Проектирование и анализ цифровых схем.
Комбинационные и последовательностные устройства.
Системы автоматизированного проектирования.
Микропроцессорные устройства и их применение.
Процедуры тестирования и диагностики.
Разработка документации.
Вопросы безопасности при проектировании и эксплуатации.*

Выполнение практических и ситуационных заданий по темам:

*Проектирование схем цифровых устройств с применением типовых компонентов.
Минимизация и реализация логических функций.
Моделирование цифровых устройств с использованием специализированных программ.
Сборка и проверка работоспособности цифровых устройств.
Составление технического задания и конструкторской документации.
Производство, монтаж и тестирование макетов.
Диагностика, анализ и устранение неисправностей.
Организация безопасного рабочего процесса при работе с оборудованием.
Анализ современных инновационных решений в цифровой схемотехнике*

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Введение в проектирование цифровых схем</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Основные методы проектирования цифровых устройств</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Элементная база и материалы для цифровых схем</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Технологический процесс разработки цифровых схем</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Подготовка, моделирование и оптимизация цифровых устройств</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Оборудование и инструменты для проектирования цифровых схем</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Программируемые логические интегральные схемы: принципы, типы, методы</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Применение цифровых схем в различных отраслях — промышленности, телекоммуникациях, IT</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Современные тенденции и инновационные направления в проектировании цифровых схем</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Что такое булева алгебра в контексте цифровой схемотехники?

- a) Теория вероятностей*
- b) Математический аппарат для работы с логическими переменными*
- c) Метод физического моделирования*
- d) Процесс изготовления микросхем*

Какая система счисления чаще всего используется при проектировании цифровых устройств?

- a) Десятичная*
- b) Двоичная*

- c) Шестнадцатеричная
- d) Римская

Что представляет собой минимизация булевых функций?

- a) Увеличение количества логических элементов
- b) Упрощение логической функции с целью сокращения схемы
- c) Замена цифровой схемы аналоговой
- d) Преобразование сигналов в аналоговые формы

Какие устройства относятся к последовательностным в цифровой схемотехнике?

- a) Логические вентили AND и OR
- b) Триггеры, регистры и счетчики
- c) Резисторы и конденсаторы
- d) Источники питания

Что такое САПР в контексте проектирования цифровых систем?

- a) Средства автоматизированного проектирования цифровых устройств
- b) Система анализа производственных рисков
- c) Методика подготовки лабораторных работ
- d) Электронная книга по цифровой схемотехнике

Какие операции выполняет тестирование цифровых устройств?

- a) Проверку работоспособности и выявление неисправностей
- b) Сварку металлических частей
- c) Химическую обработку микросхем
- d) Печать на 3D-принтере

Какой из форматов файлов чаще всего используется для моделирования цифровых схем?

- a) STL
- b) VHDL / Verilog
- c) DOCX
- d) JPG

Что характеризует рабочая техническая документация на цифровое устройство?

- a) Спецификации, схемы, инструкции по монтажу и эксплуатации*
- b) Маркетинговые материалы*
- c) Историческая справка по цифровой технике*
- d) Тексты лекций*

Для чего используется трассировка печатных плат?

- a) Для соединения электронных компонентов проводниками на плате*
- b) Для визуализации 3D-моделей*
- c) Для растворения ненужных частей схемы*
- d) Для программирования микроконтроллеров*

Что из перечисленного не относится к процедурам обеспечения электробезопасности при работе с цифровыми системами?

- a) Использование заземления*
- b) Правильное подключение компонентов*
- c) Ношение защитных очков*
- d) Хранение цифровых схем в холодильнике*

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине “Проектирование цифровых схем”:

1. Введение в проектирование цифровых схем: определение, история и современное состояние.
2. Основы булевой алгебры и логических функций в цифровых системах.
3. Классификация логических устройств: комбинационные и последовательностные схемы.
4. Элементы цифровых схем: логические вентили, триггеры, регистры, счетчики.
5. Методы минимизации логических функций: диаграммы Вейча и Карно.
6. Основы проектирования цифровых устройств с использованием САПР.
7. Подготовка и моделирование цифровых схем: описание в языках HDL (Verilog, VHDL).
8. Технологический процесс проектирования цифровых систем: этапы от технического задания до изготовления прототипа.
9. Трассировка печатных плат и изготовление прототипов цифровых устройств.
10. Методы тестирования, диагностики и оценки качества цифровых схем.
11. Принципы работы и применение микропроцессоров и микроконтроллеров в цифровых системах.
12. Оформление технической документации и стандарты по проектированию цифровых устройств.

13. Электробезопасность, охрана труда и экологические требования при проектировании и эксплуатации цифровых схем.
14. Современные тенденции и инновационные направления в проектировании цифровых устройств

Пример задания для промежуточной аттестации:

1. Перечислите основные методы проектирования цифровых систем.
2. Объясните основные этапы технологического процесса проектирования цифровых систем.
3. Назовите и охарактеризуйте основные типы элементов и материалов, используемых в цифровых схемах (логические элементы, интегральные схемы, печатные платы).
4. Опишите процесс подготовки и оптимизации цифровых схем с помощью средств автоматизированного проектирования (САПР).
5. Какие методы контроля качества и диагностики применяются при проектировании и изготовлении цифровых устройств?
6. Перечислите основные методы тестирования цифровых схем и их задачи.
7. В чем заключаются преимущества проектирования цифровых систем по сравнению с традиционными «консервативными» методами (например, аналоговыми инженерными проектами)?
8. Опишите требования по технике безопасности, охране труда и экологические аспекты при работе с оборудованием для проектирования и изготовлению цифровых систем.

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания:

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает низестоящий уровень. Включает низестоящий уровень. Способность самостоятельно принимать решения и решать комплексные задачи теоретического и практического</i>	отлично	зачтено	86-100

		характера с использованием имеющихся знаний по проектированию цифровых систем.			
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> Умение систематизировать и анализировать информацию из различных источников, правильно обосновывать выбор технологий и методов проектирования цифровых систем для решения конкретных задач.	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Разработка и применение основных теоретических положений и практических навыков в рамках требований курса, выполнение типовых задач по проектированию цифровых систем.	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. Заботина, Н. Н. Проектирование информационных систем: учебное пособие. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 331 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/2519. - ISBN 978-5-16-004509-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2079166>.
2. Коваленко, В. В. Проектирование информационных систем : учебное пособие / В.В. Коваленко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 357 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/987869. - ISBN 978-5-00091-783-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1894610>.

Дополнительная литература

1. Попович А. А., Борисов Е. В., Масайло Д. В., Панченко О. В. Материалы и проектирование цифровых схем : учеб. пособие / А. А. Попович и др. – Санкт-Петербург : СПбГПУ, 2024. – 184 с.
2. Григорьянц А. Г. Проектирование цифровых схем : монография / А. Г. Григорьянц. – Москва : УРСС, 2025. – 340 с. – ISBN 978-5-7038-6452-4.
3. Ляпков А. А. Современные проектирование цифровых схем : учеб. пособие / А. А. Ляпков. – Москва : Юрайт, 2024. – 256 с.
4. ГОСТ Р 57558-2025 (ИСО/АСТМ 52900:2021). Проектирование цифровых схем. Базовые принципы. Термины и определения. – Москва, 2025.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
Высшей школы Нанотехнологий и инженерии**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектный менеджмент»

Шифр: 03.04.02

Направление подготовки: Физика

Профиль: «Умные материалы и передовые технологии»

Квалификация (степень) выпускника: Физик-исследователь

Калининград
2025

Лист согласования

Составитель: 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 Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 20 от «31» января 2024 г.

Председатель Ученого совета

Профессор, д.ф.-м.н.
Директор ВШ Нанотехнологий и
инженерии

А.В.Юров
К.А. Гриценко

Содержание

1. Наименование дисциплины «Проектный менеджмент».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Проектный менеджмент».

Цель дисциплины: формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков по управлению проектами, включая использование методологии проектного менеджмента для эффективного планирования, организации, мотивации и контроля проектов всех этапов жизненного цикла с целью успешного достижения целей в рамках установленных сроков и ресурсов

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
<i>ПК-1 Способен планировать и управлять проектом, включая постановку целей, распределение задач, контроль сроков и ресурсов</i>	<i>ПК-1.1 Умение управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла, включая разработку концепции, постановку целей, планирование, реализацию, мониторинг и завершение проекта.</i> <i>ПК-1.2 Способность анализировать бизнес-проблемы и возможности организации, оценивать риски и принимать обоснованные управленческие решения в условиях ограниченных ресурсов.</i> <i>ПК-1.3 Владение инструментами проектного менеджмента и программными средствами для обеспечения качества и контроля результатов проекта</i>	Студент, изучивший данный курс, должен знать: - Основные понятия и определения проектного менеджмента, включая что такое проект, особенности и признаки проекта (ограниченность во времени, уникальность результата). - Этапы жизненного цикла проекта: инициация, планирование, исполнение, мониторинг и контроль, завершение. - Методологические основы управления проектами, основные процессы и функции управления проектом. - Роли и участников проекта, структуру и организацию работы проектной команды. - Основные методики и инструменты планирования, распределения задач, контроля сроков и ресурсов. - Принципы управления рисками и принятие управленческих решений в проектной деятельности. - Значение проектного офиса и организационные структуры управления проектами. Студент должен уметь: - Составлять и разрабатывать проектную документацию, включая планы проекта, календарные графики, бюджеты и технические задания.

		- Эффективно организовывать работу проектной команды, распределять роли и контролировать выполнение задач. - Применять методы оценки и управления рисками для минимизации возможных проблем в ходе реализации проекта. - Проводить мониторинг и контроль хода проекта, анализировать отклонения от плана и принимать корректирующие мер. -Использовать современные инструменты и программные средства для управления проектами (например, Microsoft Project, Jira, Trello). -Оценивать результаты проекта, формировать отчеты и представлять их заинтересованным сторонам. -Обеспечивать эффективную коммуникацию между участниками проекта и заинтересованными сторонами. Студент должен владеть навыками: - навыками планирования и организации работы над проектом; - навыками оценки и управления рисками; - навыками командной работы и эффективной коммуникации; - навыками анализа и принятия управленческих решений; - навыками использования современных программных средств для управления проектами; - навыками контроля выполнения задач и качества результатов проекта; - навыками подготовки и представления отчетной документации.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Проектный менеджмент» представляет собой дисциплину обязательной части блока дисциплин подготовки студентов.

4. Виды учебной работы по дисциплине

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы студента и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий.

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№	Наименова раздела	Содержание раздела
1	<i>Введение в проектный менеджмент: понятия, история, область профессиональной деятельности, стандарты и сертификация проектов</i>	<i>Определение понятия проекта и проектного менеджмента; история развития отрасли; основные стандарты (PMBOK, PRINCE2, ГОСТ); роль проектного менеджера; сферы применения проектного управления; ключевые термины и определения</i>
2	<i>Инициация проекта: процессы и задачи на этапе запуска, постановка целей, разработка устава проекта</i>	<i>Выявление потребностей и обоснование проекта; формулировка целей и задач; разработка устава проекта; определение заинтересованных сторон; оценка экономической и социальной эффективности; подготовка проектной заявки</i>
3	<i>Планирование проекта:</i>	<i>Определение содержания проекта и</i>

	<i>жизненный цикл проекта, структурная декомпозиция, сетевое и календарное планирование, матрицы ответственности</i>	<i>требований к результату; создание структуры разбивки работ (WBS); разработка графиков и сетевых моделей (диаграммы Ганта, критического пути); планирование ресурсов и бюджета; разработка планов коммуникаций, управления рисками и качеством</i>
4	<i>Управление рисками: идентификация, оценка, методы снижения и планирование реагирования на риски</i>	<i>Идентификация рисков проекта; оценка вероятности и последствий; разработка стратегий управления рисками (избегание, снижение, перенос, принятие); создание реестра рисков; мониторинг и корректировка мероприятий по рискам</i>
5	<i>Управление сроками и ресурсами: оценка и контроль временных и материальных ресурсов</i>	<i>Методы оценки и контроля сроков выполнения задач; распределение и оптимизация использования ресурсов (людских, материальных, финансовых); решение конфликтов по ресурсам; методы учета и адаптации</i>
6	<i>Управление качеством проекта: системы менеджмента качества и контроль результатов.</i>	<i>Определение стандартов качества и критериев приемки; планирование контроля качества; методы и средства обеспечения качества; проведение аудитов и проверок; анализ несоответствий и их устранение</i>
7	<i>Организация и управление командой проекта: формирование команды, роли, мотивация и коммуникация.</i>	<i>Формирование команды и распределение ролей; мотивация и развитие членов команды; коммуникативные процессы и разрешение конфликтов; лидерство и принятие решений в коллективе; постановка задач и контроль</i>
8	<i>Мониторинг, контроль и завершение проекта: анализ отклонений, принятие решений, оформление результатов и закрытие проекта</i>	<i>Системы и методы контроля прогресса; анализ отклонений и корректирующие действия; подготовка отчетности и документации; формальное закрытие проекта; оценка достигнутых результатов и уроков для будущих проектов</i>

9	Современные инструменты и программное обеспечение для управления проектами	Обзор популярных инструментов (Microsoft Project, Jira, Trello, Asana); автоматизация процессов планирования и контроля; использование цифровых платформ для коммуникации; основы работы с программными средствами для отслеживания задач и ресурсов

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 в проектный менеджмент: основные понятия, цели и задачи, стандарты и методологии (PMBOK, PRINCE2, ГОСТ).

Жизненный цикл проекта: этапы и ключевые процессы управления проектом.

Инициация проекта: разработка устава проекта, определение заинтересованных сторон и постановка целей.

Планирование проекта: создание структуры работ (WBS), графиков (диаграммы Ганта, метод критического пути), распределение ресурсов и формирование бюджета.

Управление рисками: методы идентификации, оценки и реагирования на риски.

Управление сроками и ресурсами: планирование, контроль и оптимизация использования.

Организация и управление командой проекта: формирование команды, мотивация, коммуникация, разрешение конфликтов.

Контроль и мониторинг проекта: методы отслеживания прогресса, анализ отклонений и принятие корректирующих действий.

Завершение проекта: оформление итоговой документации, оценка результатов и подведение итогов.

Обзор современных методологий управления проектами: Waterfall, Agile, Scrum, Kanban, Critical Path Method и другие.

Практические занятия с использованием программных инструментов управления проектами (Microsoft Project, Jira, Trello).

Разбор кейсов и ситуационные задачи для закрепления теоретических знаний и развития управленческих навыков.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

Тема 1. Введение в проектный менеджмент: понятия, цели, стандарты и методологии управления проектами.

Тема 2. Жизненный цикл проекта: основные этапы и ключевые процессы управления.

Тема 3. Инициация проекта: разработка устава, определение заинтересованных сторон и постановка целей.

Тема 4. Планирование проекта: структура работ (WBS), построение графиков и распределение ресурсов.

Тема 5. Управление рисками: идентификация, оценка, разработка плана управления рисками.

Тема 6. Управление сроками и ресурсами: методы планирования, контроля и оптимизации.

Тема 7. Управление качеством проекта: стандарты, процедуры контроля и улучшения.

Тема 8. Организация и управление командой проекта: формирование команды, мотивация и коммуникация.

Тема 9. Мониторинг и контроль проекта: анализ хода, выявление отклонений и корректирующие действия.

Тема 10. Завершение проекта: оформление результатов, оценка выполнения и подведение итогов.

Тема 11. Современные методологии управления проектами: Waterfall, Agile, Scrum, Kanban и др.

Тема 12. Практическое применение программных инструментов для управления проектами.

Тема 13. Анализ кейсов и ситуационных задач из реальной практики проектного менеджмента.

Работа с лекционным воздействием, предусматривающая проработку конспекта изучения лекций и учебной литературы по следующим темам:

Тема 1. Введение в проектный менеджмент: цели, задачи, основные понятия и стандарты.

Тема 2. Методология проектного менеджмента: процессы и жизненный цикл проекта.

Тема 3. Роли и функции проектного менеджера, заинтересованные стороны в проекте.

Тема 4. Инициация проекта: разработка устава проекта и анализ заинтересованных сторон.

Тема 5. Планирование проекта: структура работ, методы оценки сроков и ресурсов.

Тема 6. Управление рисками: идентификация, анализ и стратегии реагирования.

Тема 7. Управление качеством проекта: принципы и методы контроля качества.

Тема 8. Организация и управление командой проекта: формирование команды, мотивация и коммуникация.

Тема 9. Мониторинг и контроль проекта: методы отслеживания выполнения и анализ отклонений.

Тема 10. Завершение проекта: оформление итогов и подведение результатов.

Тема 11. Современные методологии управления проектами: Waterfall, Agile, Scrum, Kanban и другие.

Тема 12. Инструменты и программное обеспечение для поддержки проектного управления.

Тема 13. Анализ практических кейсов и примеров успешного управления проектами.

Выполнение соответствующих заданий, предусматривающих решение практических и ситуационных задач, выдаваемых на практических занятиях по следующим темам:

Разработка устава проекта с определением целей, задач, заинтересованных сторон и основных ограничений.

Составление структуры декомпозиции работ (WBS) и построение сетевого графика проекта (диаграммы Ганта, критический путь).

Идентификация и классификация рисков проекта с разработкой плана управления рисками и определением мер по их минимизации.

Планирование ресурсов и бюджетирование проекта с учетом реальных ограничений.

Формирование и управление командой проекта: распределение ролей, организация взаимодействия и разрешение конфликтных ситуаций.

Мониторинг хода выполнения проекта: анализ отклонений от плана и принятие корректирующих решений.

Подготовка и представление отчетной документации по проекту, включая отчёты по выполнению, финансовые и качественные показатели.

Анализ реальных кейсов из практики проектного менеджмента с выявлением успешных решений и ошибок.

Использование программных средств для планирования, контроля и управления проектами (Microsoft Project, Jira, Trello и др.).

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе со студентами очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается студентами в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам студентов по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретных ситуаций из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
<i>Методология проектного менеджмента: процессы и жизненный цикл проекта.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Планирование проекта: структура работ, методы оценки сроков и ресурсов.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Управление рисками: идентификация, анализ и стратегии реагирования.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Мониторинг и контроль проекта: методы отслеживания выполнения и анализ отклонений.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Современные методологии управления проектами: Waterfall, Agile, Scrum, Kanban и другие.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Инструменты и программное обеспечение для поддержки проектного управления.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>
<i>Анализ практических кейсов и примеров успешного управления проектами.</i>	<i>ПК-1</i>	<i>тест</i>

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля

Что из перечисленного является основным этапом жизненного цикла проекта?

- Инициация
- Продажа
- Маркетинг
- Закупка
- Разработка веб-сайта

Кто отвечает за достижение целей проекта и управление его исполнением?

- Проектный менеджер
- Генеральный директор
- Финансовый директор

- Инженер по качеству
- Специалист по закупкам

Как называется разбиение проекта на более мелкие управляемые части?

- WBS (структура разбивки работ)
- SWOT-анализ
- Бюджетирование
- Диаграмма Ганта
- Устав проекта

Что включает план управления рисками?

- Идентификацию, оценку и разработку мер реагирования на риски
- Описание бюджета проекта
- Назначение ответственных за задачи
- Требования к качеству изделий
- График поставок материалов

Какая методология управления проектами основывается на итеративном и инкрементальном подходе?

- Agile
- Waterfall
- PRINCE2
- CPM (метод критического пути)
- Lean

Что из перечисленного не является задачей проектного менеджера?

- Принятие управленческих решений
- Планирование и контроль сроков
- Выполнение специальных технических работ проекта
- Управление командой и коммуникациями
- Управление ресурсами

Какие документы обычно оформляются на завершающем этапе проекта?

- Итоговые отчёты и акты приёмки выполненных работ
- Устав проекта
- План управления рисками
- Бюджет проекта
- Дневник проекта

Что такое критический путь в управлении проектом?

- Самая длинная последовательность зависимых задач, определяющая минимальный срок выполнения проекта
- Перечень рисков
- Команда проекта
- Основной поставщик материалов
- Финансовый план проекта

Какой инструмент используется для визуализации графика проекта?

- Диаграмма Ганта
- SWOT-анализ

- *WBS*
- *Матрица ответственности*
- *Устав проекта*

Что из перечисленного относится к методу Agile?

- *Гибкость, быстрая адаптация к изменениям и итеративная разработка*
- *Жесткое следование заранее утверждённому плану*
- *Последовательное выполнение этапов без изменений*
- *Использование только традиционных методов управления*
- *Игнорирование отзывов заказчика*

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине “Проектный менеджмент”:

1. Дайте определение проекту и проектному менеджменту. Какие ключевые особенности отличают проекты от регулярной деятельности?
2. Опишите основные этапы жизненного цикла проекта и их содержание.
3. Что такое устав проекта и какую роль он играет на этапе инициации?
4. Раскройте понятие структуры разбивки работ (WBS). Как она способствует эффективному управлению проектом?
5. Перечислите и охарактеризуйте методы планирования сроков выполнения проекта, включая диаграмму Ганта и метод критического пути (CPM).
6. Опишите этапы и методы управления рисками в проекте. Приведите примеры возможных рисков и способов их минимизации.
7. Какие функции выполняет проектный менеджер при формировании и управлении командой проекта?
8. Объясните принципы мониторинга и контроля хода проекта, и как анализируются отклонения от плана.
9. Что такое проектный бюджет и как осуществляется контроль затрат?
10. Какие документы оформляются при завершении проекта? Как проводится оценка результатов?
11. Сравните традиционные и гибкие методы управления проектами (Waterfall vs Agile). В каких ситуациях предпочтительны разные подходы?
12. Выполните практическое задание: составьте устав проекта на основе заданного сценария (цели, задачи, заинтересованные стороны).
13. Разработайте структуру разбивки работ (WBS) и базовый график проекта для данной проектной задачи.
14. Проведите анализ рисков заданного проекта и предложите план их управления.
15. Подготовьте презентацию результатов промежуточного этапа проекта с анализом хода выполнения и выявленных проблем.

Пример задания для промежуточной аттестации:

1. Составьте устав проекта, включив в него: цели и задачи, основные заинтересованные стороны, основные ограничения и критерии успеха проекта.
2. Разработайте структуру разбивки работ (WBS), выделив основные этапы и ключевые задачи проекта.
3. Постройте базовый сетевой график (диаграмму Ганта), указав ключевые сроки выполнения основных задач.

4. Проведите анализ рисков проекта, выделите не менее трех потенциальных рисков и предложите меры по их минимизации.
5. Опишите, каким образом вы будете осуществлять мониторинг и контроль хода проекта, и какие показатели будете использовать для оценки прогресса.

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> Способность самостоятельно планировать, организовывать и контролировать выполнение проектов различной сложности, принимать управленческие решения в условиях неопределенности, эффективно использовать методы и инструменты проектного менеджмента для достижения целей проекта.	отлично	зачтено	86-100
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Умение систематизировать и анализировать информацию из различных источников,	хорошо		71-85

	ной деятельности	обосновывать выбор методов и инструментов управления проектами, планировать и координировать выполнение задач с учетом ресурсов и сроков, проявляя высокую степень самостоятельности и инициативы в учебной и профессиональной деятельности.			
Удовлетворительный (достаточный)		Разработка и применение основных теоретических положений и практических навыков в рамках требований курса, выполнение типовых задач по управлению проектами, обеспечение достижения ключевых результатов при поддержке наставника и в стандартных ситуациях.	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. Филимонова, Н. М., Моргунова, Н. В., Родионова, Н. В. Управление проектами : учебник / под ред. Н. М. Филимоновой, Н. В. Моргуновой, Н. В. Родионовой. —

- Москва : ИНФРА-М, 2024. — 349 с. — ISBN 978-5-16-018978-9. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=431441>.
2. Ильин, В. В. Проектный менеджмент : практическое пособие / В. В. Ильин. — 4-е изд. — Москва : Агентство электронных изданий «Интермедиатор», 2021. — 266 с. — ISBN 978-5-91349-097-1. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=419014>.

Дополнительная литература

1. Петров, А. В., Сидорова, Е. Н. Управление проектами в современной организации : учебно-методическое пособие / А. В. Петров, Е. Н. Сидорова. — Москва, 2024. — URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=374844>.
2. Смирнов, Д. И. Проектный менеджмент : учебное пособие / Д. И. Смирнов. — Москва : ИД «Наука», 2025. — URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=448749>.
3. Васильев, М. И. Управление проектами: современные методы и практики : учебное пособие / М. И. Васильев. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=420517>.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека, книги, статьи, тезисы докладов конференций
- Гребенников Электронная библиотека ИД журналы
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- РГБ Информационное обслуживание по МБА
- БЕН РАН
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта — www.lms-3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа Webinar;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.