

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАНОТЕХНОЛОГИИ»

Направление: 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Материалы микро- и наносистемной техники

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Ниндакова Лидия Очировна
Дата подписания: 23.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 26.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Ниндакова Лидия
Очировна
Дата подписания: 23.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Актуальные проблемы современной нанотехнологии» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК-2 Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента	ОПК-2.1
ОПК-6 Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности	ОПК-6.2
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК-2.1	Знать: базовые принципы проектного и финансового менеджмента; Уметь: обоснованно выбирать соответствующие принципы проектного и финансового менеджмента и применять их при решении актуальных задач в области своей профессиональной деятельности; Владеть: информацией о принципах проектного и финансового менеджмента в области нанотехнологий и владеть навыками их адекватного выбора при решении конкретных задач	Знать Знать: базовые принципы проектного и финансового менеджмента; Уметь Уметь: обоснованно выбирать соответствующие принципы проектного и финансового менеджмента и применять их при решении актуальных задач в области своей профессиональной деятельности; Владеть Владеть: информацией о принципах проектного и финансового менеджмента в области нанотехнологий и владеть навыками их адекватного выбора при решении конкретных задач
ОПК-6.2	Знать: основы правовых знаний, социальную ответственность за принимаемые решения; Уметь: учитывать правовые и культурные аспекты в своей профессиональной деятельности; Владеть: навыками применения основ	Знать Знать: основы правовых знаний, социальную ответственность за принимаемые решения; Уметь Уметь: учитывать правовые и культурные аспекты в своей профессиональной деятельности; Владеть Владеть: навыками

	правовых знаний при принятии решений в своей профессиональной деятельности	применения основ правовых знаний при принятии решений в своей профессиональной деятельности
УК-1.1	Знать: базовые принципы системного подхода для аргументированной оценки проблемных ситуаций; Уметь: критически анализировать полученные фактические данные, делать обоснованные выводы, проводить аргументированный анализ проблемной ситуации, предлагать решения на основе системного подхода; Владеть: информацией по проблемной ситуации, навыками выработки стратегии действия	Знать Знать: базовые принципы системного подхода для аргументированной оценки проблемных ситуаций; Уметь Уметь: критически анализировать полученные фактические данные, делать обоснованные выводы, проводить аргументированный анализ проблемной ситуации, предлагать решения на основе системного подхода; Владеть Владеть: информацией по проблемной ситуации, навыками выработки стратегии действия
УК-2.1	Знать: способы планирования и реализации проекта с учетом соответствующих требований, имеющихся ресурсов и ограничений; Уметь: провести анализ результатов проекта; Владеть: навыками оформления и представления документации в требуемом формате	Знать Знать: способы планирования и реализации проекта с учетом соответствующих требований, имеющихся ресурсов и ограничений; Уметь Уметь: провести анализ результатов проекта; Владеть Владеть: навыками оформления и представления документации в требуемом формате

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Актуальные проблемы современной нанотехнологии» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: Нет

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Электронны, ионы и плазма в электронике и микроэлектронике», «Гетероструктурные полупроводниковые приборы»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	26	26
лекции	13	13
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	13	13
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	46	46

Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 1

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Технологические программы России в области нанотехнологий.	1	2					3	11	Устный опрос
2	Методы получения наноразмерных структур.					1, 2	3	4	14	Собеседование
3	Самосборка и самоорганизация					3	2			Собеседование
4	Пористые и аморфные наноматериалы	2	2							Устный опрос
5	Нанокompозиционные материалы.	3	2					1	9	Устный опрос
6	Нанотехнологии на основе органических материалов и методов самосборки их в надмолекулярные структуры	4	2			4	2			Устный опрос
7	Нанотехнологии в энергетике	5	2							Тест
8	Разработка и использование нанотехнологий в медико-биологических исследованиях.					6	2			Доклад
9	Создание конструкционных и функциональных наноматериалов	6	2			5	2			Собеседование
10	Применение нанотехнологий в инфокоммуникациях	7	1							Устный опрос
11	Применение наноматериалов и					7	2	2	12	Доклад

	нанотехнологий									
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		13				13		82	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 1

№	Тема	Краткое содержание
1	Технологические программы России в области нанотехнологий.	Проблемы, решаемые в рамках национальной технологической инициативы. Критические технологии Российской Федерации, имеющие отношение к нанотехнологии и материаловедению. Перспективные задачи в стратегии развития наноиндустрии в России. Развитие нанотехнологий в России. Особенности развития нанотехнологий и наноматериалов в современном мире.
2	Методы получения наноразмерных структур.	Методы получения наноструктур: нанолитография, эпитаксиальные методы, зондовые методы, методы формирования тонких пленок.
3	Самосборка и самоорганизация	Самосборка и самоорганизация – их роль в нанотехнологиях. Самоформирование и синтез в матрицах и шаблонах. Нанотормообразование.
4	Пористые и аморфные наноматериалы	Субнанопористые и нанопористые материалы на основе цеолитов. Пористый кремний, особенности свойств, классификация, основные параметры. Природа фотолюминесценции в пористом кремнии. Технология получения пористого кремния. Низкоразмерные структуры на основе кремния. Применение низкоразмерного кремния в технологии изготовления транзисторов и интегральных схем. Аморфные наноматериалы. Механические, электрические и магнитные свойства аморфных металлических систем. Аморфные полупроводниковые наноматериалы.
5	Нанокмпозиционные материалы.	Нанополлимерные композиты. Металлосодержащие полимеры. Физико-механические и теплофизические свойства нанокмполитов, полученных в виде нанокристаллических покрытий. Метод синтеза металлосодержащих полимеров для создания магнитных систем с высокой плотностью записи и хранения информации. Наногетерогенные композиционные материалы и области их применения.
6	Нанотехнологии на основе органических материалов и методов самосборки их в надмолекулярные структуры	Супрамолекулярные соединения и материалы на их основе. Важнейшие свойства супрамолекулярных систем. Применение в качестве адсорбентов, катализаторов; термоэлектрические материалы на основе супрамолекулярных систем. Перспективы

		применения для разработки лекарственных препаратов нового поколения. Простейшие молекулярные машины на примере супрамолекулярных систем: псевдоротаксаны, ротаксаны и катенаны. Способы управления молекулярными машинами. Нанотехнология и молекулярные компьютеры.
7	Нанотехнологии в энергетике	Основные проблемы энергетики, реальные и потенциальные возможности нанотехнологий для их решения. Основные задачи современной энергетики: первичные источники энергии; производство и преобразование энергии; распространение энергии; хранение энергии; использование энергии. Основные возможности нанотехнологий в решении проблем энергетики. Современное состояние и проблемы создания новых материалов для химических источников тока: твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ) и литиевых аккумуляторов. Наноматериалы для водородной энергетики.
8	Разработка и использование нанотехнологий в медико- биологических исследованиях.	Адресная доставка лекарств. Нанодиагностика патологических состояний и инфекций, нанобиосенсоры. Перспективы и проблемы использования наночастиц и наноматериалов в медицине. Потенциальные риски от использования наночастиц и наноматериалов.
9	Создание конструкционных и функциональных наноматериалов	Основные подходы к получению конструкционных наноматериалов. Управляемое создание наноструктуры в объеме материала. Направленное создание материала: лазерное послойное создание материала заданного состава, структуры и формы (SLS, SLM и LENS технологии); спекание материала в присутствии электрического поля (Spark Plasma Sintering, Field Assisted Sintering). Инжиниринг поверхности материала: нанесение функционально-градиентных покрытий; поверхностная обработка и упрочнение, формирование супергидрофобной поверхности.
10	Применение нанотехнологий в инфокоммуникациях	Материалы для волоконно-оптических систем передачи (ВОСП). Создание волноводных структур нового типа – фотонно-кристаллических (ФК) или микроструктурированных (МС) волокон. Перспективные для развития инфокоммуникаций направления современной науки и нанотехнологии - квантовые компьютеры и квантовая связь. Дисплеи на нанотрубках NED (Nano Emissive Display) дисплеи и на базе органических светодиодов – OLED.
11	Применение наноматериалов и	Очевидные преимущества применения нанотехнологий. Наноматериалы в электронике,

	нанотехнологий	оптике, приборостроении, авиакосмической отрасли, оборонной промышленности и др. Нанотехнологии и проблемы окружающей среды. Опасности, связанные с развитием нанотехнологий. Возможные экологические и социальные последствия применения нанотехнологий.
--	----------------	---

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 1

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Перспективные задачи в стратегии развития наноиндустрии углеродных материалов в России. Особенности развития наноиндустрии углеродных материалов в современном мире.	1
2	Методы получения наноразмерных структур: нанолитография, эпитаксиальные методы, зондовые методы, методы формирования тонких пленок.	2
3	Самосборка и самоорганизация – их роль в нанотехнологиях. Самоформирование и синтез в матрицах и шаблонах. Нанотормообразование.	2
4	Простейшие молекулярные машины на примере супрамолекулярных систем: псевдоротаксаны, ротаксаны и катенаны. Способы управления молекулярными машинами. Нанотехнология и молекулярные компьютеры	2
5	Создание конструкционных и функциональных наноматериалов. Инжиниринг поверхности материала: нанесение функционально-градиентных покрытий; поверхностная обработка и упрочнение, формирование супергидрофобной поверхности.	2
6	Адресная доставка лекарств. Нанодиагностика патологических состояний и инфекций, нанобиосенсоры. Перспективы и проблемы использования наночастиц и наноматериалов в медицине. Потенциальные риски от использования наночастиц и наноматериалов.	2
7	Очевидные преимущества применения нанотехнологий. Наноматериалы в электронике, оптике, приборостроении, авиакосмической отрасли, оборонной промышленности и др. Нанотехнологии и проблемы окружающей	2

	среды. Опасности, связанные с развитием нанотехнологий. Возможные экологические и социальные последствия применения нанотехнологий.	
--	---	--

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 1

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	9
2	Подготовка к практическим занятиям	12
3	Подготовка презентаций	11
4	Проработка разделов теоретического материала	14

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Практические занятия по дисциплине «Актуальные проблемы современной нанотехнологии» проводятся в виде семинаров, предусматривающих обсуждение конкретных разделов курса. Основной целью практического (семинарского) занятия является проверка глубины понимания студентом изучаемой темы, учебного материала и умения изложить его содержание логически четко. Преподаватель заранее сообщает тему практического занятия и дает контрольные вопросы по теме занятия, либо сообщает темы докладов и назначает конкретных студентов для подготовки доклада. Студенты готовят доклад по теме занятия и презентацию по теме доклада.

При организации образовательного процесса используется работа в команде, групповые дискуссии, которые предполагают участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для согласования существующих позиций по определенной теме семинара.

Использование данных методов позволяет достичь нового уровня понимания изучаемой темы и применение ранее полученных теоретических знаний при изучении конкретного вопроса (или темы).

Готовиться к практическому занятию всегда нужно заранее. Подготовка к практическому занятию включает в себя следующее:

- обязательное ознакомление с планом занятия, в котором содержатся основные вопросы, выносимые на обсуждение;
- изучение конспектов лекций, соответствующих разделов учебника, учебного пособия;
- работа с основными терминами (рекомендуется их выучить);
- изучение дополнительной литературы по теме занятия;
- запись возникших во время самостоятельной работы с учебниками и научно-технической литературы вопросов, чтобы затем на семинаре получить на них ответы;
- обращение за консультацией к преподавателю.

Особенностью практического (семинарского) занятия как формы

коллективной теоретической работы является возможность равноправного и активного участия каждого студента в обсуждении поставленных вопросов.

В практике практических (семинарских) занятий при изучении дисциплины «Актуальные проблемы современной нанотехнологии» применяют следующие формы:

- собеседование (развернутая беседа);
- устный опрос (семинар-коллоквиум);
- обсуждение докладов;
- письменные работы (контрольная работа, тестирование).

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа по дисциплине «Актуальные проблемы современной нанотехнологии» выполняется в соответствии с рабочим учебным планом направления 28.04.01 «Нанотехнология и микросистемная техника».

Целью данной работы является закрепление теоретических знаний лекционного курса и развитие навыков использования их в своей профессиональной деятельности; развитие навыков поиска, подбора и систематизации научно-технической и справочной информации, проведение ее анализа и представления результатов с использованием информационных технологий.

Основными задачами, решаемыми при выполнении самостоятельной работы, являются:

- расширение теоретических знаний в области нанотехнологий, формирование навыков их практического применения;
- развитие навыков самостоятельной работы с научно-технической и справочной литературой с применением информационных технологий;
- анализ, систематизация и обобщение научно-технической информации в своей профессиональной деятельности с применением информационных технологий.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 1 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение речью и иные коммуникативные навыки; позволяет выявить детали, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий.

Описание процедуры:

Устный опрос проводится во время аудиторных занятий. Преподаватель продумывает вопросы с целью выяснения, как студенты усвоили теоретический материал. Устный опрос является одним из эффективных методов повышения активности студентов на занятии. Проводится фронтальный, индивидуальный и комбинированный опрос.

Тема: Применение наноматериалов и нанотехнологий.

Вопросы для контроля:

1. Основные направления, по которым ведется разработка нанотехнологий.
2. Основные направления фундаментальных исследований в области наноматериалов.
3. Особенности развития нанотехнологий и наноматериалов в современном мире.
4. Использование нанокремниевых материалов в водородной энергетике.
5. Перечислите преимущества и недостатки направления реализации нанотехнологии,

связанного с введением в строительные композиции нанодисперсных материалов.

6. Наноматериалы – новая возможность повышения эффективности и надежности авиационно-космической техники. Материалы для авиационно-космической техники, перспективы их производства.
7. Наноматериалы в электронике, компьютерных технологиях, робототехнике.
8. Проиллюстрируйте междисциплинарный характер современной нанотехнологии примерами использования нанополимеров, супрамолекулярных материалов и бионаноматериалов в микро- и наносистемной технике, сенсорике, нанопотонике.
9. Возможности использования наноматериалов и нанотехнологий в медицине.
10. Основные направления «безотходного общества» - нанотехнологии в экологии.
11. Нанотехнологии в современных системах вооружения, как средство обеспечения лидерства в мире.
11. Позитивные и негативные последствия применения нанотехнологий.

Критерии оценивания.

«отлично»: ответ содержательный, уверенный и четкий; показано свободное владение материалом различной степени сложности; при ответе на дополнительные вопросы выявляется владение материалом; допускаются один-два недочета, которые студент сам исправляет по замечанию преподавателя;

«хорошо»: твердо усвоен основной материал; ответы удовлетворяют требованиям, установленным для оценки «отлично», но при этом допускаются ошибки при изложении фактического материала; при ответе на дополнительные вопросы демонстрируется понимание требуемого материала с несущественными ошибками;

«удовлетворительно»: обучаемый знает и понимает основной материал программы, основные темы, но в усвоении материала имеются пробелы; излагает его упрощенно, с небольшими ошибками и затруднениями; изложение теоретического материала приводится с ошибками, неточно или схематично; появляются затруднения при ответе на дополнительные вопросы;

«неудовлетворительно»: отказ от ответа; отсутствие минимальных знаний по дисциплине; присутствуют грубые ошибки в ответе; практические навыки отсутствуют; студент не способен исправить ошибки даже с помощью рекомендаций преподавателя.

6.1.2 семестр 1 | Тест

Описание процедуры.

Тест является простейшей формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом и конкретными знаниями по изучаемой дисциплине. Тест состоит из небольшого количества вопросов и задач; может предоставлять возможность выбора из перечня ответов; занимает часть учебного занятия (10-30 минут); правильные решения разбираются на том же или следующем занятии. Частота тестирования определяется преподавателем.

Цель тестирования - выявить уровень знаний студентов, оценить степень усвоения ими учебного курса и определить на этой основе направления дальнейшего совершенствования работы с ними, а также стимулировать активность их самостоятельной работы.

Описание процедуры:

Тест составлен из небольшого количества вопросов. Тестовые задания составлены таким образом, что нужно выбрать один вариант ответа из предложенных 3 – 4 вариантов.

Проводится тестирование на аудиторных занятиях в течение 10 – 30 минут.

Пример тестового задания:

1. Почти 170 лет назад был сделан шаг, способный изменить энергетику будущего и нашу

повседневную жизнь - изобретен топливный элемент. Кто это сделал?

- а) Алессандро Вольта;
- б) Луиджи Гальвани;
- в) Вильям Гров;
- г) Герман Вальтер Нернст;
- д) Чарльз Лангер.

2. Что такое "топливный элемент"?

- а) устройство, использующее тепловую энергию отработанных ТВЭЛов ядерных реакторов;
- б) герметичная и безопасная "батарейка" на основе наноматериалов;
- в) компактное устройство для обратимого преобразования альтернативной энергии в электрическую;
- г) устройство прямого преобразования энергии окисления газообразных и жидких веществ в разность потенциалов;
- д) устройство каталитического преобразования энергии разложения нефтепродуктов в поток электронов.

3. В топливном элементе могут использоваться следующие наноматериалы:

- а) наночастицы платины, палладия;
- б) высокодисперсный диоксид кремния;
- в) углеродные нанотрубки;
- г) наночастицы сложных манганитов;
- д) все вышеперечисленные.

4. Какая из составных частей никогда не используется в устройстве топливного элемента?

- а) электрокатализатор;
- б) поляризатор;
- в) катод;
- г) анод;
- д) мембрана.

5. Какое из топлив является наиболее "ядовитым" для платиносодержащих топливных элементов?

- а) синтез-газ;
- б) меркаптаны;
- в) метанол;
- г) ацетальдегид;
- д) дейтерий.

6. Что пока нельзя отнести к преимуществам топливных элементов?

- а) низкие температуры функционирования;
- б) снижение экологической нагрузки на среду обитания человека;
- в) высокий КПД;
- г) возможность миниатюризации;
- д) использование наноматериалов и нанотехнологий.

7. Что тормозит развитие водородной энергетики в наибольшей степени?

- а) существование орто- и пара-водорода;
- б) примеси радиоактивных изотопов (третия) в природном водороде и его соединениях;
- в) взрывоопасность водорода в сжиженном состоянии;
- г) высокая цена водорода и неразвитость инфраструктуры водородной энергетики;
- д) водородное охрупчивание металлических сплавов.

8. Какие способы получения водорода не могут быть в реальности использованы?

- а) фотолиз воды в присутствии наноматериалов на основе диоксида титана;
- б) термолиз водяных паров;
- в) каталитическое преобразование "газовых хвостов";

- г) сепарация водорода на палладиевых мембранах;
 - д) взаимодействие с водой магний-содержащих гидридов;
9. Где в топливном элементе может использоваться палладий?

- а) в тоководах;
- б) в защитном корпусе;
- в) в каталитическом слое;
- г) питающие трубки, подводящие агрессивные компоненты топлива; д) в аккумуляторе для хранения водорода.

10. Какие материалы не могут быть использованы для эффективного хранения водорода путем сорбции, физико-химического или химического взаимодействия?

- а) литий;
- б) углеродные нанотрубки;
- в) металлоорганические каркасные соединения;
- г) озонид цезия;
- д) палладий.

Критерии оценивания.

оценка «зачтено» выставляется студенту, если количество правильных ответов составляет 60 и более процентов; оценка «не зачтено» выставляется студенту, если количество правильных ответов менее 60%.

6.1.3 семестр 1 | Доклад

Описание процедуры.

Доклад - продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Работа студента над сообщением-презентацией включает отработку умения самостоятельно обобщать материал и делать выводы, умения ориентироваться в материале и отвечать на дополнительные вопросы слушателей, отработку навыков ораторства, умения проводить диспут.

Описание процедуры:

Обучающийся самостоятельно выбирает одну из предложенных тем доклада. В течение семестра он самостоятельно работает по выбранной теме, прорабатывая учебную и научно-техническую литературу. Для доклада студент готовит презентацию (5-7 слайдов) и выступает с ней на практическом занятии. После доклада обсуждается его выступление, задаются соответствующие вопросы по докладу, дополнения.

Темы докладов:

1. Адресная доставка лекарств. Нанодиагностика патологических состояний и инфекций, нанобиосенсоры.
2. Перспективы и проблемы использования наночастиц и наноматериалов в медицине. Потенциальные риски от использования наночастиц и наноматериалов.
3. Простейшие молекулярные машины на примере супрамолекулярных систем: псевдоротахсаны, ротахсаны и катенаны. Способы управления молекулярными машинами. Нанотехнология и молекулярные компьютеры.
4. Очевидные преимущества применения нанотехнологий. Наноматериалы в электронике, оптике, приборостроении, авиакосмической отрасли, оборонной промышленности и др.
5. Нанотехнологии и проблемы окружающей среды. Опасности, связанные с развитием нанотехнологий. Возможные экологические и социальные последствия

применения нанотехнологий.

Критерии оценки:

«отлично»: глубокое и хорошо аргументированное обоснование темы; четкая формулировка и понимание изучаемой проблемы; широкое и правильное использование относящейся к теме литературы и ее анализа; содержание исследования и доклад указывают на наличие навыков работы студента в данной области, а выступление с докладом показало высокий уровень профессиональной подготовленности студента;

«хорошо»: аргументированное обоснование темы; четкая формулировка и понимание изучаемой проблемы; использование ограниченного, но достаточного для проведения исследования количества литературных источников; работа основана на среднем по глубине анализе изучаемой проблемы и при этом сделано незначительное число обобщений; содержание исследования и выступление с докладом указывают на наличие практических навыков работы студента в данной области; выступление с докладом показало достаточную научную и профессиональную подготовку студента;

«удовлетворительно»: достаточное обоснование выбранной темы, но отсутствует глубокое понимание рассматриваемой проблемы; литературные источники, необходимые для всестороннего изучения проблемы, использованы в ограниченном объеме; заметна нехватка компетентности студента в данной области знаний; выступление с докладом показало удовлетворительную профессиональную подготовку студента;

«неудовлетворительно»: тема доклада представлена в общем виде; ограниченное число использованных литературных источников; шаблонное изложение материала; суждения по исследуемой проблеме не всегда компетентны; неточности и неверные выводы по рассматриваемой литературе; во время выступления с докладом студент показал ограниченную профессиональную эрудицию.

Критерии оценивания.

«отлично»: глубокое и хорошо аргументированное обоснование темы; четкая формулировка и понимание изучаемой проблемы; широкое и правильное использование относящейся к теме литературы и ее анализа; содержание исследования и доклад указывают на наличие навыков работы студента в данной области, а выступление с докладом показало высокий уровень профессиональной подготовленности студента;

«хорошо»: аргументированное обоснование темы; четкая формулировка и понимание изучаемой проблемы; использование ограниченного, но достаточного для проведения исследования количества литературных источников; работа основана на среднем по глубине анализе изучаемой проблемы и при этом сделано незначительное число обобщений; содержание исследования и выступление с докладом указывают на наличие практических навыков работы студента в данной области; выступление с докладом показало достаточную научную и профессиональную подготовку студента;

«удовлетворительно»: достаточное обоснование выбранной темы, но отсутствует глубокое понимание рассматриваемой проблемы; литературные источники, необходимые для всестороннего изучения проблемы, использованы в ограниченном объеме; заметна нехватка компетентности студента в данной области знаний; выступление с докладом показало удовлетворительную профессиональную подготовку студента;

«неудовлетворительно»: тема доклада представлена в общем виде; ограниченное число использованных литературных источников; шаблонное изложение материала; суждения по исследуемой проблеме не всегда компетентны; неточности и неверные выводы по рассматриваемой литературе; во время выступления с докладом студент показал ограниченную профессиональную эрудицию.

6.1.4 семестр 1 | Собеседование

Описание процедуры.

Собеседование – специальная беседа преподавателя со студентами на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний студентов по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Описание процедуры:

После изучения темы на лекции, на практическом занятии проводится собеседование со студентами по пройденному материалу. С этой целью преподаватель задает вопросы, на которые студенты дают краткие или развернутые ответы. Наиболее активные студенты, принимающие участие в собеседовании, оцениваются в соответствии с приведенными критериями.

Тема: Пористые и аморфные наноматериалы

Вопросы для контроля:

1. Нанопористые материалы (цеолиты, глины, опалы и др.) могут быть эффективно использованы в качестве нанореакторов. Приведите примеры использования таких материалов для получения каталитических наночастиц.
2. На современном этапе развития нанотехнологии интенсивно развиваются технологии нанопористых материалов для устройства очистки и дезинфекции воздуха. Как достигается эффект очистки и дезинфекции?
3. В современной кремниевой наноэлектронике остро стоит вопрос разработки нанотехнологий, обеспечивающих получение изолирующих слоев с малым значением относительной диэлектрической проницаемости ϵ (k-low materials). Рассмотрите перспективы применения полимерных материалов, углеродных материалов и нанопористых материалов. Анализ проведите с учетом полярности химической связи между ближайшими атомами.
4. Приведите примеры создания молекулярных сит. Поясните применение молекулярных сит для сепарации различных веществ.
5. В конкретном пористом материале размеры пор менее 10 нм. К какому классу пористых материалов относится данный материал (Нанопористый, микропористый, мезопористый, макропористый)?
6. В рамках модели эффективной среды для двухкомпонентной системы рассчитайте зависимость эффективного значения относительной диэлектрической проницаемости ϵ от пористости. В качестве диэлектрического материала выберите SiO_2 ($\epsilon \sim 4.2$)
7. В каких пористых материалах: органосиликатных стеклах или фторсиликатных стеклах эффективное значение ϵ будет меньше при одинаковой пористости?
8. Почему при использовании дендримеров в качестве порогенного вещества можно получать пористые материалы с высокой однородностью пор по размерам?
9. В пористых материалах на основе диоксида кремния или органосиликатных стекол на поверхности пор находятся полярные гидрофильные силанольные группы (Si-OH). Большая площадь поверхности пор и адсорбция воды приводит к возрастанию эффективного значения ϵ ($\epsilon_{\text{H}_2\text{O}} \sim 80$). Для исключения этого эффекта проводят процесс гидрофобизации. Какие реагенты наиболее часто используют для этих целей?
10. Почему при получении аэрогелей методами золь-гель технологии перед стадией сушки ксерогеля стремятся заменить дисперсную среду жидкостями с малым значением поверхностного натяжения (например этиловым спиртом)?
11. Что такое нижний предел нанокристаллического состояния?
12. Дайте классификацию аморфных углеродных материалов.
13. Охарактеризуйте технологические методы для получения широкого класса аморфных углеродных материалов.
14. Как влияет изменение состава газовой среды на состав и свойства аморфных углеродных материалов?

Критерии оценивания.

«отлично»: ответ содержательный, уверенный и четкий; показано свободное владение материалом различной степени сложности; при ответе на дополнительные вопросы выявляется владение материалом; допускаются один-два недочета, которые студент сам исправляет по замечанию преподавателя;

«хорошо»: твердо усвоен основной материал; ответы удовлетворяют требованиям, установленным для оценки «отлично», но при этом допускаются негрубые ошибки при изложении фактического материала; при ответе на дополнительные вопросы демонстрируется понимание требуемого материала с незначительными ошибками;

«удовлетворительно»: обучаемый знает и понимает основной материал программы, основные темы, но в усвоении материала имеются пробелы; излагает его упрощенно, с ошибками и затруднениями; изложение теоретического материала приводится с ошибками, неточно или схематично; появляются затруднения при ответе на дополнительные вопросы;

«неудовлетворительно»: отказ от ответа; отсутствие минимальных знаний по дисциплине; присутствуют грубые ошибки в ответе; практические навыки отсутствуют; студент не способен исправить ошибки даже с помощью рекомендаций преподавателя.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК-2.1	Отлично Студент правильно ответил на теоретический вопрос билета и решил задачу, предоставив рациональное решение. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. Хорошо Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями и решил задачу. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. Удовлетворительно Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями, затрудняется с решением задачи. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий.

	было допущено много неточностей. Неудовлетворительно При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний и не решил задачу. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.	
ОПК-6.2	Отлично Студент правильно ответил на теоретический вопрос билета и решил задачу, предоставив рациональное решение. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. Хорошо Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями и решил задачу. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. Удовлетворительно Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями, затрудняется с решением задачи. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. Неудовлетворительно При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний и не решил задачу. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий.
УК-1.1	Отлично Студент правильно ответил на теоретический вопрос билета и решил задачу, предоставив рациональное решение. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий.

	вопросы. Хорошо Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями и решил задачу. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. Удовлетворительно Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями, затрудняется с решением задачи. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. Неудовлетворительно При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний и не решил задачу. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.	
УК-2.1	Отлично Студент правильно ответил на теоретический вопрос билета и решил задачу, предоставив рациональное решение. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. Хорошо Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями и решил задачу. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. Удовлетворительно Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями, затрудняется с решением задачи. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий.

	было допущено много неточностей. Неудовлетворительно При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний и не решил задачу. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.	
--	--	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 1, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий. Экзамен - это заключительная форма контроля, целью которой является оценка теоретических знаний и практических навыков, способности студентов к мышлению, приобретение навыков самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их при решении практических задач.

Экзамен студенты сдают в конце семестра в период семестровых экзаменационных сессий, по расписанию, согласно графику учебного процесса. К экзамену допускаются студенты, выполнившие все практические задания в семестре. Студентам заранее выдаются контрольные вопросы для подготовки к экзамену. На основании контрольных вопросов составляют экзаменационные билеты и задачи. В процессе сдачи экзамена студент получает билет, который содержит два теоретических вопроса и задачу. На подготовку ответа по билету предоставляется 45 минут. При ответе на вопросы билета студенту могут быть заданы дополнительные вопросы.

Контрольные вопросы для подготовки к экзамену

1. Технологические программы России в области нанотехнологий. Перспективные задачи в стратегии развития нанотехнологий в России. Перечислите критические технологии Российской Федерации, имеющие отношение к нанотехнологии и наноматериалам.
2. Особенности развития нанотехнологий и наноматериалов в современном мире.
3. Основные методы получения наноструктур.
4. Эпитаксиальные методы получения наноструктур.
5. Самоформирование и синтез наноструктур в матрицах и шаблонах.
6. Зондовые и вакуумные методы формирования тонких пленок.
7. Пористый кремний, особенности свойств, классификация, основные параметры. Технология получения пористого кремния.
8. Низкоразмерные структуры на основе кремния. Применение низкоразмерного кремния в технологии изготовления транзисторов и интегральных схем.
9. Аморфные наноматериалы. Механические, электрические и магнитные свойства аморфных металлических систем.
10. Аморфные полупроводниковые наноматериалы.
11. Нанопористые материалы (цеолиты, глины, опалы и др.) могут быть эффективно использованы в качестве нанореакторов. Приведите примеры использования таких материалов для получения каталитических наночастиц.
12. На современном этапе развития нанотехнологии интенсивно развиваются

технологии нанопористых материалов для устройства очистки и дезинфекции воздуха. Как достигается эффект очистки и дезинфекции?

13. В современной кремниевой наноэлектронике остро стоит вопрос разработки нанотехнологий, обеспечивающих получение изолирующих слоев с малым значением относительной диэлектрической проницаемости ϵ (k-low materials). Рассмотрите перспективы применения полимерных материалов, углеродных материалов и нанопористых материалов. Анализ проведите с учетом полярности химической связи между ближайшими атомами.

14. Приведите примеры создания молекулярных сит. Поясните применение молекулярных сит для сепарации различных веществ.

15. В конкретном пористом материале размеры пор менее 10 нм. К какому классу пористых материалов относится данный материал (Нанопористый, микропористый, мезопористый, макропористый)?

16. В рамках модели эффективной среды для двухкомпонентной системы рассчитайте зависимость эффективного значения относительной диэлектрической проницаемости ϵ от пористости. В качестве диэлектрического материала выберите SiO_2 ($\epsilon \sim 4.2$)

17. В каких пористых материалах: органосиликатных стеклах или фторсиликатных стеклах эффективное значение ϵ будет меньше при одинаковой пористости?

18. Почему при использовании дендримеров в качестве порогенного вещества можно получать пористые материалы с высокой однородностью пор по размерам?

19. В пористых материалах на основе диоксида кремния или органосиликатных стекол на поверхности пор находятся полярные гидрофильные силанольные группы (Si-OH). Большая площадь поверхности пор и адсорбция воды приводит к возрастанию эффективного значения ϵ ($\epsilon \text{H}_2\text{O} \sim 80$). Для исключения этого эффекта проводят процесс гидрофобизации. Какие реагенты наиболее часто используют для этих целей?

20. Почему при получении аэрогелей методами золь-гель технологии перед стадией сушки ксерогеля стремятся заменить дисперсную среду жидкостями с малым значением поверхностного натяжения (например, этиловым спиртом)?

21. Что такое нижний предел нанокристаллического состояния?

22. Дайте классификацию аморфных углеродных материалов.

23. Охарактеризуйте технологические методы для получения широкого класса аморфных углеродных материалов.

24. Как влияет изменение состава газовой среды на состав и свойства аморфных углеродных материалов?

25. Нанополимерные композиты. Металлосодержащие полимеры. Физико-механические и теплофизические свойства нанокompозитов, полученных в виде нанокристаллических покрытий.

26. Метод синтеза металлосодержащих полимеров для создания магнитных систем с высокой плотностью записи и хранения информации.

27. Наногетерогенные композиционные материалы и области их применения.

28. Сравнительные характеристики структуры нанокристаллических материалов с макроскопическими моно- и поликристаллами, а также с аморфными материалами.

29. Супрамолекулярные соединения и материалы на их основе. Важнейшие свойства супрамолекулярных систем.

30. Возможные применения супрамолекулярных систем. Что такое молекулярные нанотехнологии?

31. Простейшие молекулярные машины на примере супрамолекулярных систем: псевдоротаксаны, ротаксаны и катенаны. Способы управления молекулярными машинами.

32. В современной нанотехнологии резко возросла роль супрамолекулярных

материалов. Типы супрамолекулярных структур могут отличаться архитектурой. Поясните физический смысл понятий, вошедших в последние годы в нанотехнологии из супрамолекулярного синтеза:

- рецепторы и субстраты (receptors and substrates);
- соединения типа «гость-хозяин» (guest-host compounds);
- шаблонирование (templating);
- самосборка (self-assembling);
- самоорганизация (self- organization)

Приведите конкретные примеры технологических приемов при получении наноматериалов.

33. Проиллюстрируйте междисциплинарный характер современной нанотехнологии примерами использования нанополимеров, супрамолекулярных материалов и бионаноматериалов в микро- и наносистемной технике, сенсорике, нанофотонике.

34. При создании устройств магнитной записи и хранения информации нового поколения используется новый конструктивный элемент в виде головки на основе материала с гигантским магнитным сопротивлением. При этом уменьшается магнитный зазор до 6,5 нм. Почему в качестве защитных покрытий применяют алмазоподобные углеродные нанопленки с толщиной порядка 1 нм?

35. Какие преимущества имеет точечные нанотехнологии создания рисунка на основе композитных материалов, содержащих дендримеры?

36. Основные проблемы энергетики, реальные и потенциальные возможности нанотехнологии для их решения.

37. Основные задачи современной энергетики: первичные источники энергии; производство и преобразование энергии; распространение энергии; хранение энергии; использование энергии.

38. Основные возможности нанотехнологии в решении проблем энергетики.

39. Современное состояние и проблемы создания новых материалов для химических источников тока: твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ) и литиевых аккумуляторов.

40. Наноматериалы для водородной энергетики.

41. Нанотехнологии в медицине. Адресная доставка лекарств.

42. Нанодиагностика патологических состояний и инфекций, нанобиосенсоры.

43. Перспективы и проблемы использования наночастиц и наноматериалов в онкологии.

44. Потенциальные риски от использования наночастиц и наноматериалов.

45. Основные подходы к получению конструкционных наноматериалов. Управляемое создание наноструктуры в объеме материала.

46. Направленное создание материала: лазерное послойное создание материала заданного состава, структуры и формы (SLS, SLM и LENS технологии); спекание материала в присутствии электрического поля (Spark Plasma Sintering, Field Assisted Sintering).

47. Инжиниринг поверхности материала: нанесение функционально-градиентных покрытий; поверхностная обработка и упрочнение.

48. Материалы для волоконно-оптических систем передачи (ВОСП). Создание волноводных структур нового типа – фотонно-кристаллических (ФК) или микро-структурированных (МС) волокон.

49. Перспективные для развития инфокоммуникаций направления современной науки и нанотехнологии - квантовые компьютеры и квантовая связь. Дисплеи на нанотрубках NED (Nano Emissive Display) дисплеи и на базе органических светодиодов – OLED.

50. Очевидные преимущества применения нанотехнологий.

51. Наноматериалы в электронике, компьютерных технологиях, робототехнике.
52. Наноматериалы в оптике.
53. Применение наноматериалов и нанотехнологий в промышленности, приборостроении.
54. Нанотехнология и молекулярные компьютеры.
55. Нанотехнологии и проблемы окружающей среды. Основные направления «безотходного общества» - нанотехнологии в экологии.
56. Использование наноуглеродных материалов в водородной энергетике.
57. Перечислите преимущества и недостатки направления реализации нанотехнологии, связанного с введением в строительные композиции нанодисперсных материалов.
58. Наноматериалы – новая возможность повышения эффективности и надежности авиационно-космической техники. Материалы для авиационно-космической техники, перспективы их производства.
59. Нанотехнологии в современных системах вооружения, как средство обеспечения лидерства в мире.
60. Позитивные и негативные последствия применения нанотехнологий. Опасности, связанные с развитием нанотехнологий. Возможные экологические и социальные последствия применения нанотехнологий.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Студент правильно ответил на теоретический вопрос билета и решил задачу, предоставив рациональное решение. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.	Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями и решил задачу. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.	Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями, затрудняется с решением задачи. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей	При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний и не решил задачу. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.

7 Основная учебная литература

1. Ковшов А. Н. Основы нанотехнологии в технике : учебное пособие для вузов по направлениям подготовки дипломированных специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"... / А. Н. Ковшов, Ю. Ф. Назаров, И. М. Ибрагимов, 2009. - 236.
2. Золь-гель технология микро-и нанокомпозитов : учебное пособие для вузов по направлениям 210100 "Электроника и микроэлектроника" и 222900 "Нанотехнологии и микросистемная техника" / В. А. Мошников [и др.], 2013. - 292.

3. Старостин В. В. Материалы и методы нанотехнологии : учебное пособие для вузов по направлению "Нанотехнология" / В. В. Старостин, 2010. - 431.
4. Наноматериалы и нанотехнологии : учебник для вузов / Е. И. Пряхин [и др.], 2020. - 372.
5. Пул Ч. Нанотехнологии : учеб. пособие по направлению подгот. "Нанотехнологии" / Ч. Пул - мл., Ф. Оуэнс, 2006. - 334.
6. Лозовский В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность : учебное пособие / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский, 2019. - 332.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Золь-гель технология микро- и нанокompозитов : учебное пособие / В. А. Мошников [и др.]; ред. О. А. Шилова, 2022. - 304.
2. Старостин В. В. Материалы и методы нанотехнологии : учебное пособие для вузов по направлению "Нанотехнология" / В. В. Старостин, 2013. - 431.
3. Жильцов Новые технологии и материалы в машиностроении и металлургии : учебное пособие. Ч. 1 : Наноматериалы и нанотехнологии в машиностроении и металлургии, 2011. - 179.
4. Пул Ч. Нанотехнологии : учебное пособие по направлению подготовки "Нанотехнологии" / Ч. Пул мл., Ф. Оуэнс; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина, 2010. - 330.
5. Лозовский В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность : учебное пособие / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский, 2024. - 332.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.