

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

«ВВЕДЕНИЕ В ПРОФЕССИОНАЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ»

Направление: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Компоненты микро- и наносистемной техники

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Ниндакова Лидия Очировна
Дата подписания: 21.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 25.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Ниндакова Лидия
Очировна
Дата подписания: 21.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Введение в профессиональную деятельность» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-3 Способность осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла объектов, систем и процессов	ОПК ОС-3.1
ОПК ОС-5 Способность принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК ОС-5.1
ОПК ОС-7 Способность проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники	ОПК ОС-7.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-3.1	Знает критерии эффективности и безопасности существующих технологий и необходимое оборудование в области своей профессиональной деятельности	Знать критерии эффективности и безопасности существующих технологий при производстве наноразмерных объектов; Уметь выбрать необходимое оборудование для данных технологий; Владеть необходимой информацией по инновационным технологиям в области своей профессиональной деятельности.
ОПК ОС-5.1	Знает критерии эффективности и безопасности существующих технологий и необходимое оборудование в области своей профессиональной деятельности	Знать критерии эффективности и безопасности существующих нанотехнологий; Уметь определить необходимое оборудование с учетом соответствующих критериев; Владеть навыками оценки конкретных технологий по критериям эффективности и безопасности.
ОПК ОС-7.1	Имеет представление о прикладных программных средствах, используемых при проектировании технических объектов, систем и процессов в	Знать иметь представление о прикладных программных средствах, используемых при проектировании технических объектов в области нанотехнологий;

	области нанотехнологий и нано-и микросистемной техники	Уметь выбрать необходимые прикладные программные средства для решения конкретных практических задач; Владеть информацией об использовании данных прикладных программных средствах для решения конкретных практических задач.
--	--	---

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Введение в профессиональную деятельность» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Химия», «Математика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Химические и фазовые равновесия», «Основы проектной деятельности», «Физические основы микро- и наносистемной техники», «Материаловедение наноструктурированных материалов», «Химия наноматериалов и наносистем», «Физико-химические основы процессов микро- и нанотехнологии»

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 № 2
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	32	32
лекции	16	16
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	76	76
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 2

№ 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	Введение. Общие представления о нанотехнологиях. История и перспективы развития нанотехнологий.	1	2					2, 4	12	Устный опрос
2	Концептуальные проблемы нанотехнологии.	2				1	2	1	2	Тест
3	Квантовые представления в нанотехнологиях	3	2					4, 5	4	Устный опрос
4	Природные нанобъекты и наноэффекты. Искусственные наноструктуры	4				2	2	4, 5	4	Собеседование
5	«Эффект лотоса» и супергидрофобность	5				9	2			Собеседование
6	Наноматериалы.	6	2					4, 5	4	Устный опрос
7	Химические свойства наноматериалов	7	2					5	2	Устный опрос
8	Углеродные наноматериалы и наноструктуры.	8	4					1, 4, 5	8	Тест
9	Самоорганизация и синергетика в наномире	9	2					3, 4	4	Собеседование
10	Методы исследования вещества в наноразмерном состоянии	10	2					3, 4	4	Устный опрос
11	Нанотехнологии для защиты окружающей среды.	11				3	1	3, 4	4	Собеседование
12	Нанотехнологии в России	12				4	2	3, 4	4	Собеседование
13	Опыт зарубежных стран в развитии работ и исследований в области нанотехнологий	13				5	2	3, 4	4	Собеседование
14	Нанотехнологии в практической деятельности	14				6	1	3, 4	4	Собеседование
15	Нанотехнологии в медицине	15				7	2	3, 4	8	Собеседование
16	Нанотехнологии в энергетике	16				8	2	3, 4	8	Собеседование
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16				16		76	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Общие представления о нанотехнологиях. История и перспективы развития нанотехнологий.	Структура подготовки бакалавров по образовательной программе 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника». Цели и задачи дисциплины «Введение в профессиональную деятельность». Переход от микротехнологии к нанотехнологии. Наномир. Место объектов наномира на общей шкале размеров. Отличия в поведении и свойствах веществ на нанометровом уровне от их макроскопических характеристик. Особенности наноразмерного состояния. Общие закономерности поведения нанообъектов. Терминологическая база нанотехнологий. Исторические предпосылки возникновения и перспективы развития нанотехнологий. Программа развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2030 года. Нанотехнологическое общество России. Периодические издания, публикующие результаты фундаментальных и прикладных исследований в области нанотехнологии.
2	Концептуальные проблемы нанотехнологии.	Проблема размерных эффектов. Проблема невоспроизводимости в нанотехнологии. Наноматериалы. Определение понятия наноматериал. Типы наноматериалов. Особые свойства наноматериалов. Критерии определения наноматериалов: критический размер и функциональные свойства. Классификация наноматериалов и методов их получения. Классификация по геометрическому признаку (мерности). Основные принципы получения функциональных наноматериалов. Подходы «сверху-вниз» и «снизу-вверх» в получении наноразмерных объектов. Сравнительный анализ подходов «сверху вниз» и «снизу вверх» на основе классических работ 60-90 гг. XX века.
3	Квантовые представления в нанотехнологиях	Корпускулярно-волновой дуализм нанообъектов. Энергия фотона. Формула Эйнштейна. Связь длины волны де Бройля с импульсом частицы. Квантовые пределы точности измерений. Принцип неопределенностей Гейзенберга. Волновая функция и вероятностный характер поведения квантовых объектов. Уравнение Шредингера, формула Планка. Квантовые размерные эффекты. Виды химической связи в нанообъектах. Туннельный эффект.
4	Природные нанообъекты и	Наноструктуры в природе. Загадка синих пауков. Фрактальная геометрия серебристых рыб. Как

	наноэффекты. Искусственные наноструктуры	управляет цветом хамелеон. Развитие различных фотонных наноструктур у насекомых. Синтез кремнезёмных реплик иерархических биологических структур. Бабочки-капустницы и эффективность солнечных батарей. Секреты паутины. Морская губка – основа для создания новых наноструктурных композитов. Крылья стрекозы - и новый бактерицидный материал. Конструкционные биоматериалы. Электронные свойства семейства бобовых. Наноматериал древних цивилизаций. Ткань из биомиметического волокна. Крылья бабочек и фотонные кристаллы. Нанобионика растений. Лист лотоса – основа метаматериалов.
5	«Эффект лотоса» и супергидрофобность	Основы процесса смачивания. Гидрофобные и супергидрофобные материалы. Эффект лотоса. Смачивание супергидрофобных поверхностей. Гистерезис краевого угла. Гидрофобные материалы и покрытия: принципы создания, свойства и применение. Факторы, определяющие смачивание поверхностей. Высокогидрофобное состояние поверхностей материалов и гистерезис смачивания. Методы создания текстурированных супергидрофобных поверхностей. Нанесение гидрофобных агентов на гладкие и текстурированные поверхности. Старение и деградация супергидрофобных покрытий. Управление гидрофобностью наноструктурированных материалов. Применение высоко- и супергидрофобных материалов и покрытий.
6	Наноматериалы.	Особые свойства наноматериалов. «Умные материалы». Ферромагнитная жидкость и её свойства. Алмазоподобный наноматериал будущего и способы его получения. Керамические наноматериалы.
7	Химические свойства наноматериалов	Высокая химическая активность наноматериалов. Размерные эффекты в химических процессах. Главные причины повышенной реакционной активности наночастиц и наноматериалов. Граничный размер частиц, при котором происходит изменение кинетических закономерностей процесса с участием наночастиц. Понижение температуры протекания химических реакций. Возможность протекания реакций между веществами с частицами в нанометровом диапазоне, неосуществимых при использовании крупнокристаллических материалов.
8	Углеродные наноматериалы и наноструктуры.	Связь в углеродных материалах. Гибридизация. Аллотропные формы углерода. Алмаз, графит, карбин. Наночастицы углерода. Нанодиамаз:

		<p>получение, свойства, применение. Наноалмазы и нанопорошки как многофункциональные присадки в абразивные суспензии и пасты. Открытие фуллеренов и их место среди углеродных материалов. Строение и номенклатура. Методы получения и идентификации фуллеренов. Механизм образования фуллеренов. Химические свойства. Эндоэдральные и экзоэдральные фуллерены. Потенциальные области применения фуллеренов. Углеродные нанотрубки. История открытия углеродных нанотрубок и этапы развития. Строение и номенклатура углеродных нанотрубок (УНТ). Хиральность. Однослойные и многослойные нанотрубки. Физическая стабильность УНТ. Методы получения и идентификации углеродных нанотрубок. Свойства углеродных нанотрубок. Области применения углеродных нанотрубок. Макроскопические материалы из нанотрубок. Нанобумага и пленки с углеродными нанотрубками. «Лес» углеродных нанотрубок. Композиты с углеродными нанотрубками. Функциональные устройства. Другие углеродные наноструктуры: луковичные углеродные структуры, наноконусы и др. Графен. История открытия. Способы получения. Особенность структуры и свойств графена, потенциал применения.</p>
9	Самоорганизация и синергетика в наномире	<p>Процессы самоорганизации и синергетика. Реализация процессов самоорганизации в различных системах. Некоторые представления о роли самоорганизации в наномире. Применение процессов самоорганизации для технологических целей. Самоорганизация в биологических объектах. Химические реакции и самоорганизация. Фрактальные структуры и самоорганизация.</p>
10	Методы исследования вещества в наноразмерном состоянии	<p>Проблемы метрологии в наномире. Рентгеновская микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Растровая электронная микроскопия. Общие представления. Электронная спектроскопия. Сканирующая туннельно-зондовая и атомно-силовая микроскопия.</p>
11	Нанотехнологии для защиты окружающей среды.	<p>Использование наноматериалов для защиты окружающей среды. Наноматериалы в каталитических процессах. Переработка промышленных отходов. Экологические проблемы при производстве и применении наноматериалов. Основные направления нанотехнологий в экологии.</p>
12	Нанотехнологии в России	<p>Президентская инициатива «Стратегия развития nanoиндустрии. Проекты и их фиксирование в зарубежных странах». Доктрина развития работ по</p>

		<p>нанотехнологии и наноматериалам в России. Магистральные направления развития нанотехнологии. Прогнозы и перспективы. В чем отличие нанотехнологии от существующей промышленной и технологической базы? Что определяет уровень развития технологии и могут ли единичные достижения служить таким критерием? Экономические аспекты развития нанотехнологий. Социальные последствия внедрения нанотехнологий.</p>
13	Опыт зарубежных стран в развитии работ и исследований в области нанотехнологий	<p>Современное состояние нанотехнологической промышленности в развитых странах. Опыт США, Японии, Китая и европейских стран по созданию комплексных программ развития нанотехнологий. Организация междисциплинарного сотрудничества для решения задач, способствующих развитию нанотехнологий.</p>
14	Нанотехнологии в практической деятельности	<p>Нанотехнологии в электронике, компьютерных технологиях, робототехнике, в промышленности. Особенности применения нанотехнологий в фотонике и оптоинформатике. Применение наноматериалов в промышленности: конструкционные материалы с повышенными механическими свойствами. Нанотехнологии в современных системах вооружения. Материалы для авиационно-космической техники, микро- и наносистемной техники, перспективы их производства.</p>
15	Нанотехнологии в медицине	<p>Биомедицинские аспекты реализации нанотехнологии. Источники экологических и медицинских угроз: размеры наночастиц и их высокая проникающая способность. Создание биосовместимых поверхностей контакта, имплантатов и искусственных органов. Разработка и анализ лекарственных препаратов. Доставка лекарственных препаратов и генов внутрь клеток. Использование нанотехнологий и наноматериалов для улучшения хирургического и стоматологического инструментария. Фундаментальные и прикладные аспекты наномедицины. Нанодиагностика, наноконтейнеры для доставки лекарств, нанобиосенсоры, нанороботы, нанотехнологии в онкологии.</p>
16	Нанотехнологии в энергетике	<p>Применение наноматериалов в водородной энергетике. Топливные элементы и устройства для хранения энергии. Нанотехнологии в качестве преобразователей солнечной энергии в электричестве, в экологически чистых двигателях, органические катализаторы. Современное состояние и проблемы создания новых материалов</p>

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 2

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Концептуальные проблемы нанотехнологии	2
2	Природные нанообъекты и наноэффекты. Искусственные наноструктуры.	2
3	Нанотехнологии для защиты окружающей среды.	1
4	Нанотехнологии в России.	2
5	Опыт передовых стран в развитии работ и исследований в области нанотехнологий.	2
6	Нанотехнологии в практической деятельности	1
7	Нанотехнологии в медицине	2
8	Нанотехнологии в энергетике	2
9	«Эффект лотоса» и супергидрофобность	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	6
2	Подготовка к зачёту	10
3	Подготовка к практическим занятиям	20
4	Подготовка презентаций	30
5	Проработка разделов теоретического материала	10

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

Практическое (семинарское) занятие - одна из основных форм организации учебного процесса, представляющая собой коллективное обсуждение студентами теоретических и практических вопросов, решение практических задач под руководством преподавателя. Основной целью практического (семинарского) занятия является проверка глубины понимания студентом изучаемой темы, учебного материала и умения изложить его содержание ясным и четким языком, развитие самостоятельного мышления и творческой

активности у студента.

На практических (семинарских) занятиях предполагается рассматривать вопросы, которые трудно усваиваются студентами.

В системе обучения существенную роль играет очередность лекций и практических занятий. Лекция является первым шагом подготовки студентов к практическим занятиям. Лекция должна готовить студентов к практическому занятию, а практическое занятие – к очередной лекции. Планы практических (семинарских) занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи сообщаются преподавателем на вводных занятиях. Во время лекций, связанных с темой практического занятия, преподаватель обращает внимание обучающихся на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к практическому занятию (семинару).

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 «Введение в профессиональную деятельность» применяют следующие формы:

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

Собеседование предполагает подготовку студентов по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы; выступление студентов (по их желанию или по вызову преподавателя). В ходе беседы студентам предоставляется право высказывать собственное мнение, выступать с подготовленными сообщениями, но придерживаться принятого плана. Эта форма практического (семинарского) занятия позволяет вовлечь в процесс обсуждения максимальное число студентов.

Одной из форм учебных занятий, собеседования преподавателя с обучающимися для выяснения знаний, является коллоквиум (от лат. «collocvium» - «разговор», «беседа»).

Коллоквиум выполняет контрольно-обучающую функцию. Его назначает преподаватель вместо семинара, либо на итоговом практическом занятии. Коллоквиум дает возможность диагностики усвоения знаний, выполняет организующую функцию, активизирует студентов.

В образовательном процессе практикуется решение задач и упражнений. Предоставляется полная самостоятельность студентам при решении задач. Если возникают общие для всей аудитории затруднения, задачи решают совместно. При объяснении новых задач преподаватель показывает алгоритм их решения на доске.

Практическое занятие может пройти в форме письменного задания. Это может быть тестирование, вопросы с развернутыми ответами. Вопросы с развернутыми ответами по сравнению с тестом дают студентам свободу при ответе, развивают логическую и

языковую культуру, предлагают более глубокое рассмотрение той или иной проблемы. Для оценки письменных заданий такого рода (для каждого из них) предварительно разрабатывается модель подсчета баллов.

В практике преподавания дисциплины используется реферативная форма проведения семинара. Рефераты полезны по узким проблемам. Руководитель предлагает тему, литературу, предварительно знакомится с содержанием реферата, который затем представляется в устной форме в виде доклада с презентацией. Требование к студенту - свободно владеть материалом. Преподаватель может прервать докладчика для обсуждения той или иной детали или идеи.

Учебным планом может быть предусмотрено выполнение контрольной работы. Ее цель - проверить уровень усвоения студентами разделов или ключевых тем курса. Контрольная работа может быть проведена в форме письменной работы или тестирования. Сроки проведения контрольной работы назначает преподаватель.

Студент несёт ответственность за: пропуск занятий по неуважительной причине; неподготовленность к практическим занятиям.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является существенной его частью. Для ее успешного выполнения необходимы планирование и контроль со стороны преподавателя, а также планирование объема самостоятельной работы в учебных планах.

Самостоятельная работа - это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа предназначена не только для овладения каждой дисциплиной, но и для формирования навыков самостоятельной работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решить проблему, находить конструктивные решения.

К основным видам индивидуальной самостоятельной работы можно отнести: подготовку к лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам, зачетам, экзаменам, выполнение рефератов, заданий, курсовых работ и проектов, а на заключительном этапе - выполнение выпускной квалификационной работы бакалавра.

Самостоятельная работа по дисциплине «Введение в профессиональную деятельность» выполняется в соответствии с рабочим учебным планом направления 28.03.01 «Нанотехнология и микросистемная техника».

Целью самостоятельной работы является закрепление полученных знаний в области нанотехнологий и приобретения умения их использования в решении профессиональных практических задач; развитие навыков поиска, подбора и систематизации научно-технической литературы, проведение ее анализа и представление результатов с использованием информационных и компьютерных технологий.

Основными задачами, решаемыми при выполнении самостоятельной работы, являются:

- расширение теоретических знаний в области наноматериалов и нанотехнологий, формирование навыков их практического применения;
- приобретение навыков использования программных средств при представлении материалов и оформлении всех видов работ;
- развитие навыков самостоятельной работы с научно-технической и справочной литературой с использованием информационных технологий.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение отдельных разделов тем дисциплины;
- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала

дисциплины;

- подготовку к практическим (семинарским) занятиям;
- работу с интернет-источниками.

Выполнение самостоятельной работы подготавливает обучающихся к решению следующих задач:

- анализ, систематизация и обобщение научно-технической информации по теме исследований;
 - библиографический поиск с использованием современных информационных технологий;
 - выбор оптимального метода и программы исследований, модификация существующих и разработка новых методик, исходя из задач конкретного исследования;
 - анализ научной и практической значимости проводимых исследований, а также оценка технико-экономической эффективности разработки;
 - подготовка результатов исследований для составления обзоров, рефератов и докладов.
- Использование консультаций при самостоятельной работе. Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала, возникли проблемы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. При этом следует формулировать вопросы максимально конкретно.

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 2 | 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: Самоорганизация и синергетика в наномире

Вопросы для контроля:

1. Какую систему Хакен предложил называть самоорганизующейся?
2. Что в самом общем понимании означает явление самоорганизации?
3. Что означает понятие «синергетика»?
4. Каковы признаки открытых систем?
5. К какому состоянию приводит в физических замкнутых системах эволюция во времени?
6. Что такое «диссипативная система»? Приведите примеры.
7. Что такое «консервативная система»? Приведите примеры.
8. Какую роль играют процессы самосборки в создании материалов и устройств на атомно-молекулярном уровне?
9. В чем заключается принцип молекулярного распознавания в процессах самосборки?
10. Приведите примеры самоорганизации в технологических процессах.

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.

6.1.2 семестр 2 | 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. Фронтальный опрос проводится в форме беседы преподавателя с группой. Достоинство - в активную умственную работу можно вовлечь всех студентов группы. Для этого вопросы должны допускать краткую форму ответа, быть лаконичными, логически увязанными друг с другом, даны в такой последовательности, чтобы ответы обучающихся могли раскрыть содержание раздела, темы. С помощью фронтального опроса преподаватель имеет возможность проверить выполнение учащимися домашнего задания, выяснить готовность группы к изучению нового материала.

Индивидуальный опрос предполагает полные ответы обучающихся на вопросы, относящиеся к изучаемому теоретическому материалу, поэтому он служит важным средством развития речи, памяти, мышления обучающихся.

Вопрос обычно задают всей группе и после небольшой паузы, необходимой для того, чтобы все обучающиеся поняли его и приготовились к ответу, вызывают для ответа конкретного студента. Для того чтобы группа слушала ответ студента, предлагается оценить (проанализировать) ответ (полноту и глубину, последовательность, самостоятельность, форму). Можно предложить оценить ответ в виде рецензирования. Чтобы вызвать при проверке познавательную активность студентов всей группы, целесообразно сочетать индивидуальный и фронтальный опрос.

Вопросы для контроля:

1. Почему в наносистемах возрастает роль процессов и явлений, происходящих в поверхностном слое, на межфазных границах многофазных объектов, и на границах

нанообъектов?

2. Существует ли зависимость поверхностной энергии от размера частицы и если да, то что она предопределяет?
3. Как может быть выражена энергия частицы, если зависимость энергетических свойств частицы от ее размера рассматривается на основе модели капли?
4. Как можно определить границы нанотехнологии: с помощью размерного фактора или на основе каких-либо других подходов?
5. Какие следствия возникают в наночастице вследствие большой доли поверхностных атомов?
6. К чему приводит большая доля поверхностных атомов в наночастицах и наноразмерных пленках?
7. Можно ли установить взаимосвязь между размером частицы и ее реакционной способностью?
8. Может ли фазовый состав наноразмерных систем отличаться от фазового состава этих же веществ, находящихся в массивном состоянии?
9. Как изменяется микротвердость наноматериалов в зависимости от размера наночастицы?
10. Как зависит температура плавления от размера наночастицы?
11. Что такое квантовый размерный эффект?

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.

6.1.3 семестр 2 | Тест

Описание процедуры.

Тест является простейшей формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом и конкретными знаниями в области естественно - научных дисциплин. 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.

Критерии оценивания.

Критерии оценки:

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

Тема: «Концептуальные проблемы нанотехнологий»

Пример тестового задания:

1. Какой из размеров ближе всего к 1 нанометру:

- а) диаметр молекулы фуллерена;
- б) вандерваальсовый радиус молекулы кислорода;
- в) длина волны излучения бытовой микроволновой печи;
- г) радиус квантовой точки на основе халькогенида кадмия.

2. Какие из эффектов нехарактерны для нанобъектов? Выберите наиболее подходящий ответ:

- а) туннелирование;
- б) квантование (квантоворазмерные эффекты);
- в) повышенная химическая активность;
- г) повышенная концентрация (точечных и протяженных) дефектов;
- д) повышенная концентрация "оборванных" связей;
- е) свечение (люминесценция) в видимой области;
- ж) притяжение к постоянному магниту.

3. Кто предложил использовать «координату дисперсности» в описании и интерпретации корреляционных зависимостей между составом, структурой и свойствами веществ и материалов:

- а) академик И.В. Тананаев;
- б) академик П.А. Ребиндер;
- в) академик Ж.И. Алферов;
- г) академик В.А. Каргин;
- д) М.В. Ломоносов.

4. Кто из перечисленных ниже ученых впервые предложил метод атомно-слоевого осаждения:

- а) Р.Фейнман;
- б) Э. Дрекслер;
- в) В.Б.Алесковский;
- г) П.А.Ребиндер;
- д) Ж.И.Алферов.

5. Какой из законов (правил) описывает, как считается, механические свойства нанокристаллических материалов:

- а) Холла-Петча;
- б) Мура;
- в) Стендаля;
- г) Гиббса-Вульфа.

6. Какой из материалов должен иметь наибольшую удельную ($\text{м}^2/\text{г}$) площадь поверхности:

- а) ксерогель;
 - б) аэрогель;
 - в) керамика;
 - г) микропористая пленка;
7. Считается, что введение 0.1 масс.% углеродных нанотрубок в цемент может улучшить его прочность. Укажите причину такого воздействия:
- а) концентрирование нанотрубок на границах раздела зерен;
 - б) армирование материала нанотрубками;
 - в) влияние на зародышеобразование фаз;
 - г) улучшение макродиффузионных процессов за счет капиллярного эффекта;
 - д) сорбция излишка воды внутри ОУНТ.
8. Кластеры – это:
- а) соединения металлов с лигандами;
 - б) соединения металлов и неметаллов;
 - в) соединения неметаллов;
 - г) все ответы верные.
9. Увеличение числа частиц в кластере ведет к:
- а) укрупнению частиц;
 - б) нарушению симметрии частиц;
 - в) различию свойств внутренних и внешних частиц;
 - г) уменьшению устойчивости частиц.
10. Основные свойства поверхности наночастиц определяет:
- а) адсорбция атомов и молекул;
 - б) плотность упаковки;
 - в) заряд поверхностного слоя;
 - г) все ответы верные.
11. Суперпарамагнетизм кластеров и наночастиц проявляется при размерах
- а) 1-10 нм;
 - б) 100-600 нм;
 - в) 10-100 нм;
 - г) 600-2500 нм.
12. Свойства металлов при переходе к наноразмерам:
- а) изменяются линейно;
 - б) изменяются до противоположных;
 - в) изменяются экспоненциально;
 - г) все ответы верные.
13. Мерой количественного соотношения между волновыми и корпускулярными свойствами частиц является:
- (а) протяженность;
 - (б) миллилитр;
 - (в) световой год;
 - (г) волна де Бройля.

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 ОС-3.1	Демонстрирует знание критериев эффективности и безопасности существующих технологий при производстве наноразмерных объектов и способность их учета и оценки при выборе необходимого оборудования для данных технологий.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий/
ОПК ОС-5.1	Способен оценить существующие нанотехнологии по критериям эффективности и безопасности для определения необходимого оборудования.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий
ОПК ОС-7.1	Имеет представление о прикладных программных средствах, используемых при проектировании технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и нано- и микросистемной техники; владеет информацией об использовании данных прикладных программных средствах для решения конкретных практических задач.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 2, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Описание процедуры зачета

Промежуточная аттестация предусматривает проведение зачета, который включен в учебный план направления подготовки, и предназначен для проверки успеваемости студентов по дисциплине. Зачет студенты сдают в конце семестра в период семестровых экзаменационных сессий, по расписанию, согласно графику учебного процесса. К зачету допускаются студенты, выполнившие все практические задания в семестре и выполнившие контрольные работы. Студентам заранее выдаются контрольные вопросы к зачету. В процессе сдачи зачета студент получает билет, который содержит три теоретических вопроса и задачу.

Пример задания:

Контрольные вопросы для подготовки к зачету

1. История и предпосылки возникновения, этапы развития нанонауки и нанотехнологии. Перечислите основные хронологические этапы становления нанотехнологий.
2. Какие размеры включает наномасштаб и какими факторами ограничен его диапазон? Как можно трактовать наноразмерное состояние вещества?

3. Назовите основные известные Вам термины в области нанонауки и нанотехнологий и дайте их краткую характеристику.
4. Что подразумевают понятия «нанотехнология» и «наноматериалы»?
5. Что понимают под нанопроизводством?
6. Каковы основные характеристики индустрии наносистем?
7. Какие природные наноэффекты и нанообъекты Вам известны?
8. В чем сущность междисциплинарного характера нанотехнологий?
9. Классификация нанообъектов: нанокластеры, наночастицы, наноструктуры
9. Насколько применимы в нанотехнологии методы и подходы классической или квантовой физики?
10. Какие основные проблемы с физической точки зрения стоят перед нанотехнологией?
11. Какие основные проблемы с химической точки зрения стоят перед нанотехнологией?
12. Почему в наносистемах возрастает роль процессов и явлений, происходящих в поверхностном слое, на межфазных границах многофазных объектов, и на границах нанообъектов?
13. Какие следствия возникают в наночастице вследствие большой доли поверхностных атомов?
14. Может ли фазовый состав наноразмерных систем отличаться от фазового состава этих же веществ, находящихся в массивном состоянии?
15. Особые свойства вещества в нанометровом диапазоне размеров. Размерные эффекты в наносистемах. Их влияние на физические и химические свойства веществ.
16. Понятие о наноструктурных материалах. Назовите основные критерии понятия наноматериалов.
17. Классификация наноструктурных материалов.
18. Укажите характерные черты структурного состояния наноматериалов, определяющие их «аномальные» свойства.
19. Квантовые размерные эффекты в наноматериалах: квантовое ограничение; квантовый транспорт и квантовая интерференция; туннелирование.
20. Зависимость физических свойств от размеров структуры; особенности проявления размерных эффектов в 3D-, 2D-, 1D- и 0D-наноструктурах
21. Практическое применение наноматериалов.
22. Основные технологические принципы получения наночастиц: «сверху–вниз» и «снизу–вверх».
23. Наноструктуры в природе. Приведите примеры наноструктурных объектов на основе природных аналогов.
24. При каких условиях в системах происходит процесс самоорганизации? Какое определение можно дать самоорганизующейся системе?
25. Консервативные и диссипативные системы. Самоорганизация в неравновесных диссипативных системах. Способы описания процессов диссипации.
26. Что такое синергетика?
27. Что такое точка бифуркации?
28. Как образуются ячейки Бенара?
29. Приведите примеры самоорганизации структур.
30. Какую роль играют процессы самосборки в создании материалов и устройств на атомно-молекулярном уровне?
31. В чем заключается принцип молекулярного распознавания в процессах самосборки?
32. Приведите пример самоорганизации в технологических процессах.
33. Почему возникла проблема невозпроизводимости в нанотехнологии?
34. В чем проявляется синергетический эффект нанотехнологий?
35. Какие аллотропные модификации углерода Вам известны? Какие из них относят к наноматериалам?

36. Чем обусловлена особая роль углеродных многоатомных кластерных образований среди различных групп наноматериалов?
37. Открытие фуллеренов и их место среди углеродных материалов. История открытия Бакминстерфуллерена. Строение и номенклатура. Методы получения фуллеренов.
38. Фрагментация фуллеренов. Химические свойства. Эндоэдральные фуллерены. Экзоэдральные фуллерены. Потенциальные области применения фуллереновых материалов. Что представляют собой неуглеродные фуллерены?
39. Углеродные нанотрубки. История открытия углеродных нанотрубок и этапы развития. Строение и номенклатура углеродных нанотрубок (УНТ). Хиральность. Однослойные нанотрубки. Многослойные нанотрубки. Физическая стабильность УНТ.
40. Укажите методы получения углеродных нанотрубок. Дайте их сравнительную характеристику. Методы идентификации углеродных нанотрубок. Свойства углеродных нанотрубок.
41. Опишите необычные механические свойства углеродных нанотрубок и возможности их использования.
42. Каковы основные области применения углеродных нанотрубок?
43. Макроскопические материалы из нанотрубок. Нанобумага и пленки с углеродными нанотрубками. «Лес» углеродных нанотрубок. Композиты с углеродными нанотрубками.
44. Функциональные устройства на основе УНТ.
45. Другие углеродные наноструктуры: луковичные углеродные структуры, наноконусы и др.
46. Графен. История открытия. Способы получения. В чем особенность структуры и свойств графена? Каков потенциал его применения?
47. Неорганические тубулярные наноструктуры. Получение, диагностика свойства и применение.
48. Какие социальные последствия внедрения нанотехнологий Вам известны?
49. Какие сферы нашей жизни могут быть улучшены с помощью нанотехнологии?
50. Какие области использования наноразмерных материалов и композитов перспективны в военных технологиях, в исследовании космического пространства, в промышленном производстве.
51. Как наночастицы могут быть использованы в медицине?
52. Каков принцип действия биочипа и какая перспектива есть у него в экспресс-диагностике?
53. Опыт США, Японии, Китая и европейских стран по созданию комплексных программ развития нанотехнологий.
54. Развитие нанотехнологий в России. В каких областях нанотехнологии могут быть достигнуты наиболее значительные практические результаты в Российской Федерации?
55. Какие экологические проблемы могут быть решены с помощью нанотехнологий?

6.2.2.1.1 Описание процедуры зачета

Промежуточная аттестация предусматривает проведение зачета, который включен в учебный план направления подготовки, и предназначен для проверки успеваемости студентов по дисциплине. Зачет студенты сдают в конце семестра в период семестровых экзаменационных сессий, по расписанию, согласно графику учебного процесса. К зачету допускаются студенты, выполнившие все практические задания в семестре и выполнившие контрольные работы. Студентам заранее выдаются контрольные вопросы к зачету. В процессе сдачи зачета студент получает билет, который содержит три теоретических вопроса и задачу.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
<p style="text-align: center;">Зачтено</p> <p>выставляется при условии, если студент показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.</p>	<p style="text-align: center;">Не зачтено</p> <p>выставляется при наличии серьезных упущений в процессе изложения учебного материала; в случае отсутствия знаний основных понятий и определений курса или присутствии большого количества ошибок при интерпретации основных определений; если студент показывает значительные затруднения при ответе на предложенные основные и дополнительные вопросы; при условии отсутствия ответа на основной и дополнительный вопросы.</p>

7 Основная учебная литература

1. Старостин В. В. Материалы и методы нанотехнологии : учебное пособие для вузов по направлению "Нанотехнология" / В. В. Старостин, 2010. - 431.
2. Рамбиди Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий / Н. Г. Рамбиди, А. В. Березкин, 2009. - 454.
3. Рамбиди Н. Г. Структура и свойства наноразмерных образований: реалии сегодняшней нанотехнологии : учебное пособие / Н. Г. Рамбиди, 2011. - 375.
4. Золь-гель технология микро-и нанокompозитов : учебное пособие для вузов по направлениям 210100 "Электроника и микроэлектроника" и 222900 "Нанотехнологии и микросистемная техника" / В. А. Мошников [и др.], 2013. - 292.
5. Фахльман Б. Химия новых материалов и нанотехнологии : учебное пособие / Б. Фахльман, 2011. - 463.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Старостин В. В. Материалы и методы нанотехнологии : учебное пособие для вузов по направлению "Нанотехнология" / В. В. Старостин, 2008. - 431.
2. Современные проблемы нанотехнологии : учебно-методический комплекс / А. А. Попович [и др.], 2015. - 403.
3. Неволин В. К. Зондовые нанотехнологии в электронике : учебное пособие для вузов по специальностям 210601 "Нанотехнология в электронике" / В. К. Неволин, 2006. - 159.
4. Нанотехнологии в электронике / под ред. Ю. А. Чаплыгина. Вып. 3, 2015. - 479.

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 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.