

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Агафонов Александр Викторович
Должность: директор филиала
Дата подписания: 30.08.2023 22:49:42
Уникальный программный ключ:
2539477a8ecf706d9c5ff164bc411eb6d7c4ab06

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Кафедра электротехники, физики и математики



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Наноматериалы и нанотехнологии»

(наименование дисциплины)

Специальность	08.05.01 – Строительство уникальных зданий и сооружений (код и наименование направления подготовки)
Специализация	Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений (наименование профиля подготовки)
Квалификация выпускника	Инженер-строитель
Форма обучения	очная и заочная

Чебоксары

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 08.05.01 – Строительство уникальных зданий и сооружений

Автор(ы) Филиппов Г.М., д.ф.-м.н., профессор, Лепаев А.Н., к.т.н., доцент, Степанов А. В., зав. лабораторией

Программа одобрена на заседании кафедры электротехники, физики и математики.

(протокол № 10, от 12.05.2017).

1. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (Цели освоения дисциплины)

1.1. Целями освоения дисциплины «Наноматериалы и нанотехнологии» являются:

формирование у студентов представления о физике нанотехнологий, как науке разработки новых материалов, энерго- и ресурсосберегающих технологий, а также понимания сущности применяемых методов к разработке новых материалов в условиях научно-исследовательских лабораторий.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ПК-10	знанием научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности	Основные свойства строительных материалов, применяемых при строительстве уникальных зданий и сооружений	Применять строительные материалы с заданными свойствами при строительстве уникальных зданий и сооружений	Методами проектирования уникальных зданий и сооружений с применением материалов с заданными свойствами

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Наноматериалы и нанотехнологии» реализуется в рамках вариативной части учебного плана обучающихся очной и заочной форм обучения.

Для прохождения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в результате изучения следующих дисциплин учебного плана: «Физика», «Математика».

Дисциплина «Наноматериалы и нанотехнологии» является основой для дальнейшего изучения следующих дисциплин: «Мониторинг технического состояния высотных и большепролетных зданий и сооружений».

3. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы -108 часов, из них

Семестр	Форма обучения	Распределение часов				РГР, КР, КП	Форма контроля
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа		
7	очная	18	18		72	1	зачет
5	заочная	4	6		96	1	Зачет

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Очная форма обучения

Тема (раздел)	Распределение часов			Самостоятельная работа	Формируемые компетенции (код)
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия		
Введение в нанотехнологию	6	6		18	ПК-10
Размерные эффекты	4	4		18	ПК-10
Квантовая проводимость	4	4		18	ПК-10
Оптические и запоминающие устройства	4	4		18	ПК-10
Зачет				-	
Итого	18	18		72	

Заочная форма обучения

Тема (раздел)	Распределение часов			Самостоятельная работа	Формируемые компетенции (код)
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия		
Введение в нанотехнологию	1	2		24	ПК-10
Размерные эффекты	1	2		24	ПК-10
Квантовая проводимость	1	1		24	ПК-10
Оптические и запоминающие устройства	1	1		20	ПК-10
Зачет				4	
Итого	4	6		96	

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

интерактивная лекция с применением видео- и аудиоматериалов, тест.

По дисциплине «Наноматериалы и нанотехнологии» доля занятий, проводимых в интерактивной форме составляет 60 % от общего числа аудиторных занятий:

Вид занятия	Тема занятия	Количество часов	Интерактивная форма	Формируемые компетенции (код)
лекция	Введение в нанотехнологию, размерные эффекты, оптические и запоминающие устройства, квантовая	18	интерактивная лекция с применением видео- и аудиоматериалов	ПК-10

	проводимость			
тест	Введение в нанотехнологию, размерные эффекты, оптические и запоминающие устройства, квантовая проводимость	1	Тестирование с применением системы дистанционного обучения Moodle	ПК-10

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом по дисциплине в объеме 72 часов (очная форма обучения) и 92 часов (заочная форма обучения).

Тематика самостоятельной работы:

1. Модели беспорядка. Ячеистый беспорядок. Топологический беспорядок. Континуальный беспорядок. Возбуждения в неупорядоченных решетках различной размерности.

2. Элементарные возбуждения электронного газа. Плазмоны и электронно-дырочные пары. Поверхностные возбуждения. Поверхностные плазмоны и поляритоны. Проводимость в электронном газе.

3. Различные типы проводимости в упорядоченных и разупорядоченных металлах и полупроводниках. Зависимость удельного сопротивления от температуры. Отрицательная дифференциальная проводимость. Понятие об эффекте Кондо.

4. Основные идеи теории локализации. Термоактивированная проводимость в режиме локализации. Понятие об андерсоновской локализации. Границы спектра и хвосты зон.

5. Теория Таулесса. Локализация в тонких проволоках и эффекты конечной температуры. Понятие о скейлинговой теории локализации. Режим слабой локализации.

6. Перколяционные процессы. Проводимость случайной сетки сопротивлений. Прыжковая проводимость.

7. Механизмы сбоя фазы за счет взаимодействия с окружением: приложение к кулоновскому взаимодействию электронов в металлах.

8. Квантовый эффект Холла. Локализация в сильных магнитных полях в квантовом эффекте Холла. Дробный квантовый эффект Холла.

9. Мезоскопика и сверхпроводимость. Сверхпроводящие кольца и тонкие проволоки. Слабосвязанные сверхпроводники. Эффекты Джозефсона и SNS контакты.

10. Электрические свойства наночастиц, их поляризация движущимися зарядами и их влияние на движущиеся заряды.

11. Излучение наночастиц, генерируемое движущимися зарядами.

12. Электронные состояния в упорядоченных наночастицах. Полупроводниковые свойства нанотрубок.

13. Эффекты каналирования в нанотрубках.

Индивидуальные задания:

Рефераты:

- 1) Нанотехнологии при производстве современных интегральных схем и микропроцессоров.
- 2) Физические принципы работы магнитных носителей информации.
- 3) Современные технологии производства энергонезависимой флэш-памяти.
- 4) Композитные материалы для строительства
- 5) Нанопорошки
- 6) Нанотехнологии в электротехнике
- 7) Полимерные композиты как материал для машиностроения

Творческие проекты

- 1) Исследование свойств графена и углеродных нанотрубок при помощи метода молекулярной динамики
- 2) Расчет режима работы туннельных диодов для различных приложения в электронике
- 3) Исследование функциональных покрытий для новых материалов

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на разных уровнях сформированности:

Код, наименование компетенции	Уровень сформированности компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции и критерии оценивания	Оценивание компетенции	Способы и средства оценивания уровня сформированности компетенции
ПК-10	Пороговый уровень	знать: <ul style="list-style-type: none">• основные физические явления, лежащие в основе свойств материалов; уметь: <ul style="list-style-type: none">• различать свойства материалов по их физико-химическим характеристикам; владеть: <ul style="list-style-type: none">• технологией применения материалов с необходимыми свойствами к объектам строительства;	зачтено	Тестирование, контрольная работа

	Продвинутый уровень	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные физические явления, лежащие в основе свойств материалов; • методы производства материалов с заданными физико-химическими свойствами; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • различать свойства материалов по их физико-химическим характеристикам; • подбирать сочетания материалов для проектируемых строительных сооружений с учетом их физико-химических свойств; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • технологией применения материалов с необходимыми свойствами к объектам строительства; • навыками взаимной замены материалов для достижения заданных свойств конечных строительных конструкций; 	зачтено	Тестирование, контрольная работа
	Высокий уровень	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные физические явления, лежащие в основе свойств материалов; • методы производства материалов с заданными физико-химическими свойствами; • приемы проектирования материалов с заданными свойствами; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • различать свойства материалов по их физико-химическим характеристикам; • подбирать сочетания материалов для проектируемых строительных сооружений с учетом их физико-химических свойств; • проектировать материалы с заданными свойствами; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • технологией применения материалов с необходимыми свойствами к объектам строительства; • навыками взаимной замены материалов для достижения заданных свойств конечных строительных конструкций; • навыками создания материалов с заданными свойствами с применением нанотехнологий. 	зачтено	Тестирование, контрольная работа

1. Тожественность частиц в квантовой механике. Распределение Гиббса в квантовой статистике. Системы с переменным числом частиц. Распределение Больцмана для идеального газа.
2. Свойства распределения Ферми и его применение к газу свободных электронов в металле. Энергия Ферми. Поверхность Ферми.
3. Структура кристаллов. ГЦК- и ОЦК-структуры. Структуры алмаза и графита.
4. Аморфные твердые тела и жидкие кристаллы.
5. Колебания атомов в кристалле. Звуковые волны.

6. Статистика Бозе - Эйнштейна. Применение квантовой статистики Бозе-Эйнштейна к фононам. Теплоемкость кристаллов. Модель Дебая.
7. Электроны в кристаллической решетке, зонные схемы. Энергия электронов в кристалле. Пример одномерного кристалла.
8. Энергетические зоны и щели в полупроводниках. Поверхность Ферми.
9. Собственная проводимость полупроводников. Зависимость проводимости от температуры.
10. Примесная проводимость полупроводников.
11. Электропроводность кристаллов.
12. Сверхпроводимость.
13. Электрические свойства диэлектриков.
14. Магнитные свойства твердых тел. Магнитные носители информации.
15. Работа выхода. Контакт двух металлов. Контактная разность потенциалов.
16. Термоэлектрические явления. Физические механизмы явления Зеебека.
17. Термоэлектрические явления. Физические механизмы явления Пельтье.
18. Контакт металла и полупроводника (барьер Шоттки).
19. P-n переход, диоды. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) диодов и их применение.
20. Стабилитроны (диоды Зенера), их ВАХ и применение. Туннельный (пробой Зенера), тепловой и лавинный пробой.
21. Туннельные диоды, их ВАХ и применение.
22. Отрицательное сопротивление арсенида галлия (эффект Ганна) и его применение.
23. Биполярные транзисторы и их применение.
24. Полевые транзисторы и их применение. Твердотельная память.
25. Технологии производства полупроводниковых элементов и микросхем.
26. Поверхностные явления.
27. Поглощение света в кристаллах. Экситоны.
28. Фотопроводимость полупроводников.
29. Фотоэффект в p-n-переходах (вентильный фотоэффект) и в МДП-структурах. Солнечные элементы (батареи). Фотодиоды.
30. Применение полупроводников для регистрации изображений и радиоактивных излучений.
31. Электрон-дырочная рекомбинация. Светодиоды.
32. Вынужденное излучение. Полупроводниковые лазеры. Оптические носители информации. Оптоэлектроника.
33. Люминесценция твердых тел. Фотолюминесценция.
34. Просвечивающая электронная микроскопия. Ионно-полевая микроскопия.

35. Сканирующая микроскопия.
36. Металлические нанокластеры: получение, магические числа, электронная и геометрическая структура.
37. Полупроводниковые кластеры: оптические свойства и фотофрагментация. Кулоновский взрыв.
38. Квантовые ямы, проволоки и точки. Перспективы создания квантовых компьютеров.
39. Углеродные молекулы. Природа углеродной связи, гибридизация, молекулярные орбитали.
40. Углеродные кластеры и фуллерены.
41. Углеродные нанотрубки и их применение.
42. Органические соединения: полимеры, нанокристаллы, супрамолекулярные структуры.
43. Биологические материалы: нанопроволоки и наночастицы, нуклеиновые кислоты, наноструктуры.
44. Объемные наноструктурированные материалы. Нанокристаллы.
45. Ферромагнетизм и наномангниты.
46. Магнетосопротивление. Магнетоэлектроника (спинтроника).
47. Приготовление и свойства квантовых наноструктур. Размерные эффекты.
48. Самосборка и катализ.
49. Микроэлектромеханические системы. Наноэлектромеханические системы.
50. Молекулярные и супрамолекулярные триггеры.

(Фонд оценочных средств представлен в приложении к рабочей программе)

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

а) основная литература:

1. Рогов, В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии : учебник для вузов / В. А. Рогов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 190 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00528-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512822>
2. Доломатов, М. Ю. Физические основы наноэлектроники : учебное пособие для вузов / М. Ю. Доломатов, Р. З. Бахтизин, Т. И. Шарипов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 173 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14924-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/520300>

б) дополнительная литература:

1. Доломатов, М. Ю. Физико-химия наночастиц : учебное пособие для вузов / М. Ю. Доломатов, Р. З. Бахтизин, М. М. Доломатова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 285 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13077-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/518726>
2. Конюхов, В. Ю. Методы исследования материалов и процессов : учебное пособие для вузов / В. Ю. Конюхов, И. А. Гоголадзе,
3. В. Мурга. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 179 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13938-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515169>

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

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде Чебоксарского института (филиала) Московского политехнического университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), как на территории филиала, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда – совокупность информационных и телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических средств, обеспечивающих освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся.

Электронная информационно-образовательная среда обеспечивает:

- а) доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), практик;
- б) формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы;
- в) фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения программы бакалавриата;
- г) проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- д) взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети «Интернет».

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих.

Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации.

Основными составляющими ЭИОС филиала являются:

а) сайт института в сети Интернет, расположенный по адресу www.polytech21.ru, <https://chebpolytech.ru/> который обеспечивает:

- доступ обучающихся к учебным планам, рабочим программам дисциплин, практик, к изданиям электронных библиотечных систем, электронным информационным и образовательным ресурсам, указанных в рабочих программах (разделы сайта «Сведения об образовательной организации»);

- информирование обучающихся обо всех изменениях учебного процесса (новостная лента сайта, лента анонсов);

- взаимодействие между участниками образовательного процесса (подразделы сайта «Задать вопрос директору»);

б) официальные электронные адреса подразделений и сотрудников института с Яндекс-доменом @polytech21.ru (список контактных данных подразделений Филиала размещен на официальном сайте Филиала в разделе «Контакты», списки контактных официальных электронных данных преподавателей размещены в подразделах «Кафедры») обеспечивают взаимодействие между участниками образовательного процесса;

в) личный кабинет обучающегося (портфолио) (вход в личный кабинет размещен на официальном сайте Филиала в разделе «Студенту» подразделе «Электронная информационно-образовательная среда») включает в себя портфолио студента, электронные ведомости, рейтинг студентов и обеспечивает:

- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения образовательных программ обучающимися,

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе с сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок на эти работы,

г) электронные библиотеки, включающие электронные каталоги, полнотекстовые документы и обеспечивающие доступ к учебно-методическим материалам, выпускным квалификационным работам и т.д.:

Чебоксарского института (филиала) - «ИРБИС»

д) электронно-библиотечные системы (ЭБС), включающие электронный каталог и полнотекстовые документы:

- «ЛАНЬ» - www.e.lanbook.com

- Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru>

е) платформа цифрового образования Политеха - <https://lms.mospolytech.ru/>

- ж) система «Антиплагиат» - <https://www.antiplagiat.ru/>

з) система электронного документооборота DIRECTUM Standard — обеспечивает документооборот между Филиалом и Университетом;

и) система «1С Управление ВУЗом Электронный деканат» (Московский политехнический университет) обеспечивает фиксацию хода образовательного

процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения образовательных программ обучающимися;

к) система «POLYTECH systems» обеспечивает информационное, документальное автоматизированное сопровождение образовательного процесса;

л) система «Абитуриент» обеспечивает документальное автоматизированное сопровождение работы приемной комиссии.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Применяется материал в форме презентаций; организован дистанционный доступ студентов (на базе Moodle), к имеющемуся учебно-методическому материалу по данной дисциплине, в том числе к описаниям лабораторных работ и заданиями для выполнения контрольных работ; Для обмена сообщениями между студентами и преподавателем в целях своевременного оказания консультаций при подготовке к занятиям, зачетам и экзаменам используется СДО Moodle, а также электронная почта.

Для расчета погрешностей в лабораторном практикуме используется Специализированный калькулятор погрешностей, разработанный на кафедре. Калькулятор позволяет произвести расчет случайной погрешности с заданной надежностью по результатам нескольких прямых измерений.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1066 (г. Чебоксары, ул. К.Маркса. 60) - Лаборатория физики и нанотехнологий	Столы-37шт. Стулья-51шт. Доска-1шт. Шкафы-5шт Лаборатория физики (по разделам) Секундомер – 2 шт. Линейка – 5 шт. Штангенциркуль ученический (пластмассовый) – 10 шт Микрометр тип МК-1шт. Электронные мини-весы ТН-210-1шт. Барометр БР-52-1шт. Термометр – 3 шт. Насос Камовского-1шт. Стекланный сосуд-1шт. Водяной U-образный манометр-1шт. Гигрометр психрометрический ВИТ-1-1шт. Вентилятор-1шт. Соленоид-1шт. Вольтметр М4200-1шт. Вольтметр М206-1шт.	Антивирус Касперского (150-249 Node 2 year, договор от 09.11.2016 Windows 7 OLPNLAcdmс (Договор №Д03 от 30.05.2012) с допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16 Microsoft Office Standard 2007(Microsoft DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Academic(Microsoft Open License,Номер лицензии-42661846от 30.08.2007) с допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16

	<p> Вольтметры М4233 М4250 Амперметр М4200-1шт. Миллиамперметр М206-1шт. Миллиамперметр М4200-1шт. Микроамперметр М4204-1шт. Мультиметр DT9205А – 2 шт. Мультиметр DT830В – 2шт. Мультиметр DT 8801 – 2 шт. Цифровой вольтметр В7-35 – 3шт. Тестер Ц4353-1шт. Термистор-1шт. Тиратрон-1шт. Реостат РСР-1шт. Регулятор напряжения РНШ-1-1шт. Регулятор напряжения РНШ-2-1шт. Тангенс-гальванометр (тангенс-буссоль)-1шт. Набор компасов-1шт. Электронная лампа 6Э5П-1шт. Электронный осциллограф С1-83-1шт. Электронный осциллограф АСК-1011 – 2шт. Электронный осциллограф ОСУ-20-1шт. Электронный осциллограф GDS-71042-1шт. Генератор сигналов низкочастотный ГЗ – 109-1шт. Генератор звуковой ГЗШ-63-1шт. Генератор сигналов низкочастотный ГЗ – 102-1шт. Источник переменного напряжения на 42 В-1шт. Персональный компьютер-1шт. Плакаты: «Работа газа в термодинамике», «Адиабатный процесс», «Первое начало термодинамики», «Международная система единиц» Портреты ученых-физиков – 2 шт. Оптическая скамья – 4 шт. Полупроводниковый лазер-1шт. Набор линз-1шт. Выпуклая и вогнутая сферические зеркала Микроскоп с измерительным окуляром и плосковыпуклой линзой-1шт. Светодиодный осветитель-1шт. Гониометр с пропускающей дифракционной решеткой-1шт. Ртутная лампа ДРЛ с блоком питания-1шт. Гониометр с поляридом-1шт. Люксметр Ю116-1шт. Пирометр ОППИР-017Э-1шт. Нагреваемая нихромовая пластина с блоком питания (ЛАТР)-1шт. Фотоэлемент с блоком питания и </p>	
--	---	--

	<p>регистрации-1шт. Светофильтр красный-1шт. Индикатор радиоактивности РАДЭКС РД-1503 – 2 шт. Монохроматор УМ-2-1шт. Спектральная водородная трубка с блоком питания-1шт. Дуговая натриевая лампа ДНаТ с блоком питания-1шт. ЛАТР-1шт. Призменный спектрометр-1шт. Люксметр MS 6610-1шт. Пирометр АКПП-9304-1шт. Персональный компьютер-1шт Плакаты: «Значения фундаментальных физических постоянных», «Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева», «Приставки СИ для образования кратных и дольных единиц», «П.Н. Лебедев», «Ядерный реактор», «Рубиновый лазер», «Спектр излучения натриевой лампы ДНаТ» Портреты ученых-физиков – 5 шт. Мультиметры DT830B – 2 шт. Амперметр M55-1шт. Реостат РСП-1-1шт. Датчик Холла ДХК-050-1шт. Катушка-1шт. Постоянный магнит-1шт. Термопара хромель-копелевая-1шт. Мультиметр DT838 – 2 шт. Милливольтметр M109-1шт. Термистор-1шт. Мультиметр 830B-1шт. Измерительный блок со встроенными вольтметром -1шт. Амперметр M1692-1шт. Диоды КД213Г и Д226Ж-1шт. Стабилитрон КС133А-1шт. Набор электронного конструктора «Знаток»-1шт. Модуль Пельтье1-шт. Мультиметры DT9208А Металлическая емкость для воды-1шт. Солнечные элементы – 8 шт., Амперметр M4200-1шт. Вольтметр M4200-1шт. Персональный компьютер – 2 шт Плакаты: «Резонанс напряжений», «Мощность в цепи переменного тока», «Проводник с током в магнитном поле», «Самоиндукция»</p>	
<p>103а (г. Чебоксары, ул. К.Маркса. 54) - Кабинет самостоятельной работы</p>	<p>Столы -7шт. Стулья -7шт. Системный блок -7шт. Монитор Acer -2шт. Монитор Samsung -2шт.</p>	<p>Антивирус Касперского (150-249 Node 2 year, договор от 09.11.2016 Windows 7 OLPNLAcdmс (Договор №Д03 от 30.05.2012) с допсоглашениями от 29.04.14 и</p>

	<p>Монитор Asus -1шт. Монитор Benq -2шт. Клавиатура Oklick -6шт. Клавиатура Logitech -1шт. Мышь Genius -4шт. Мышь A4Tech – 3шт. Картина -2шт. Наушник -1компл.</p>	<p>01.09.16</p> <p>Microsoft Office Standard 2007(Microsoft DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Academic(Microsoft Open License,Номер лицензии-42661846от 30.08.2007) с допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16</p> <p>Microsoft Office 2010 Acadmc(Договор №Д03 от 30.05.2012) с допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16</p> <p>Гарант (Договор от 13.04.2017 № Г-220/2017) Консультант (Договор от 09.01.2017)</p>
<p>210 б (г. Чебоксары, ул. К.Маркса. 60) - Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p>	<p>Стеллаж -2шт.</p>	

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Кафедра электротехники, физики и математики



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ
И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

«Нanomатериалы и нанотехнологии»
(наименование дисциплины)

Специальность	08.05.01 – Строительство уникальных зданий и сооружений (код и наименование направления подготовки)
Специализация	Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений (наименование профиля подготовки)
Квалификация выпускника	Инженер-строитель
Форма обучения	очная и заочная

Чебоксары

ФОС составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 08.05.01 – Строительство уникальных зданий и сооружений и является приложением к «Рабочей программе дисциплины Наноматериалы и нанотехнологии».

Автор(ы) Филиппов Г.М., д.ф.-м.н., профессор, Лепаев А.Н., к.т.н., доцент,
Степанов А. В., зав. лабораторией

Программа одобрена на заседании кафедры электротехники, физики и математики.

(протокол № 10 от 12.05.2017).

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (согласно РПД)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Введение в нанотехнологию	ПК-10	К/Р, Т, Р, ТЗ
2.	Размерные эффекты	ПК-10	К/Р, Т, Р, ТЗ
3.	Квантовая проводимость	ПК-10	К/Р, Т, Р, ТЗ
4.	Оптические и запоминающие устройства	ПК-10	К/Р, Т, Р, ТЗ

2. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИИ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ (УРОВНЕЙ) ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ С ОПИСАНИЕМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ

Код, наименование компетенции	Уровень сформированности компетенции	Технология формирования компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции и критерии оценивания	Оценивание компетенции	Способы и средства оценивания уровня сформированности компетенции
ПК-10, знанием научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности	Пороговый уровень	лекция, самостоятельная работа, лабораторные занятия	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> основные физические явления, лежащие в основе свойств материалов; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> различать свойства материалов по их физико-химическим характеристикам; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> технологией применения материалов с необходимыми свойствами к объектам строительства; 	зачтено	К/Р, Т

	Продвинутый уровень	лекция, самостоятельная работа, лабораторные занятия, доклады и сообщения	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные физические явления, лежащие в основе свойств материалов; • методы производства материалов с заданными физико-химическими свойствами; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • различать свойства материалов по их физико-химическим характеристикам; • подбирать сочетания материалов для проектируемых строительных сооружения с учетом их физико-химических свойств; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • технологией применения материалов с необходимыми свойствами к объектам строительства; • навыками взаимной замены материалов для достижения заданных свойств конечных строительных конструкций; 	зачтено	К/Р, Т,Р
	Высокий уровень	лекция, самостоятельная работа, лабораторные занятия, доклады и сообщения, творческие задания	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные физические явления, лежащие в основе свойств материалов; • методы производства материалов с заданными физико-химическими свойствами; • приемы проектирования материалов с заданными свойствами; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • различать свойства материалов по их физико-химическим характеристикам; • подбирать сочетания материалов для проектируемых строительных сооружения с учетом их физико-химических свойств; • проектировать материалы с заданными свойствами; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • технологией применения материалов с необходимыми свойствами к объектам строительства; • навыками взаимной замены материалов для достижения заданных свойств конечных строительных конструкций; • навыками создания материалов с заданными свойствами с применением нанотехнологий. 	зачтено	К/Р, Т,Р, ТЗ

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ

КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

3.1. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) ДЛЯ ОПРОСА НА ЗАНЯТИЯХ

Тема (раздел)	Вопросы
Введение в нанотехнологию	1) Каковы принципы работы электролизера?
	2) В чем преимущество использования водородного топлива?
	3) Вычислить КПД электролизера, если известно, что на нем выделилось 15 мл водорода, а заряд, протекший за время электролиза равен 1000 Кл.
	4) Для чего служит мембрана в топливной ячейке?
	5) По какой причине автомобили, работающие на водороде, называют автомобилями с нулевым выхлопом?
Размерные эффекты	1) Перечислите известные вам аллотропные формы углерода?
	2) Какое представление используется для описания распределения электронов в атомах?
	3) Перечислите известные вам методы наблюдения наноструктур.
	4) Что представляла из себя первая атомная структура, созданная с помощью атомно-силового микроскопа?
	5) Вычислите диаметр углеродной нанотрубки с индексами хиральности $n=5$ $m=0$.
Квантовая проводимость	1) Каковы основные этапы образования р-п-перехода.
	2) Перечислите этапы действия внешнего напряжения на р-п-переход в полупроводниках.
	3) В чем отличие действия внешнего напряжения на р-п-переход в сильно легированных полупроводниках от действия напряжения в обычных р-п-переходах в полупроводниках.
	4) Что такое туннельный эффект?
	5) Перечислите основные свойства ВАХ туннельного диода и сопоставьте их с результатами компьютерного моделирования туннельного процесса.
	6) Назовите области применения туннельных и обращенных диодов.
Оптические и запоминающие устройства	1) Зная, что плотность клеток лука составляет 625 мм^{-2} и является постоянной, вычислить, сколько клеток лука находится в объеме шарообразной луковицы без корня и верхней ростковой части диаметром 3 см. Ответ округлить до целого числа.
	2) Что является причиной появления оптического предела микроскопа?
	3) Рассчитайте увеличение микроскопа, если увеличение объектива равно 10, а увеличение окуляра 15.
	4) Какие типы оптической микроскопии вам известны?
	5) В каких случаях увеличения обычного оптического микроскопа НЕДОСТАТОЧНО для наблюдения объекта? А) лейкоциты, Б) атомы древесины, В) ДНК, Г) Фуллерен C_{60}

3.2. ТЕМЫ ДЛЯ РЕФЕРАТОВ (ДОКЛАДОВ), САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1. Нанотехнологии при производстве современных интегральных схем и микропроцессоров.
2. Физические принципы работы магнитных носителей информации.
3. Современные технологии производства энергонезависимой флэш-памяти.
4. Композитные материалы для строительства
5. Нанопорошки
6. Нанотехнологии в электротехнике
7. Полимерные композиты как материал для машиностроения
8. Исследование свойств графена и углеродных нанотрубок при помощи метода молекулярной динамики
9. Расчет режима работы туннельных диодов для различных приложения в электронике
10. Исследование функциональных покрытий для новых материалов

3.3. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ, КУРСОВОЙ РАБОТЫ (ПРОЕКТА)

Рабочей программой и учебным планом не предусмотрено.

3.4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ (ТЕСТ)

1. Чья научно-популярная лекция положила начало нового этапа развития технологий и стала точкой отсчета развития нанотехнологий.

Ответы:

1. Ричард Ф. Фейнман
2. Альберт Эйнштейн
3. Эрик К. Дрекслер
4. Генрих Рорер

2. Кто автор концепции создания «молекулярных машин»?

Ответ:

1. Герд Карл Бинниг
2. Эрик К. Дрекслер
3. Демокрит
4. П. Дирак

3. Какие технологии (возможности) стали (станут) доступны благодаря развитию нанотехнологий? Выберите что из нижеперечисленного верно (возможно несколько верных ответов)

Ответы:

- Сверхмощные и сверхминиатюрные компьютеры
- Сверхчувствительные и высокостабильные биодатчики
- Высокоэффективные топливные элементы

- Избавление от человеческой глупости

4. Кто является основоположником корпускулярно-волнового дуализма?

1. Э. Шредингер
2. В. Гейзенберг
3. Луи де Бройль
4. Ричард Ф. Фейнман

5. В чем отличие квантового осциллятора от классического (возможно несколько вариантов ответа):

1. Для квантового осциллятора применимо соотношение Гейзенберга
2. Квантовый осциллятор может находиться только в счетном множестве стационарных состояний, в которых он обладает определенной энергией
3. Для квантового осциллятора мы имеем возможность точно предсказать его будущее
4. Энергия основного состояния квантового осциллятора равна нулю

6. Каналирование частиц в монокристаллах.

Это –

1. явление, связанное с проникновением ускоренных частиц между рядами плотно упакованных атомов в монокристаллах на значительно бóльшую глубину, чем это возможно при движении в некотором случайном направлении
2. явление образования каналов в монокристалле в процессе их роста
3. явление связанное с упорядочением отдельных слоев в кристалле под действием магнитных и электрических полей, приводящих к выстраиванию их в определенном направлении
4. явление проникновения частиц из одного вещества в другое с течением времени под действием их теплового движения

7. Выберите методы измерений структуры твердого тела (возможно несколько вариантов ответа):

1. инфракрасная спектроскопия;
2. спектроскопия ближнего и дальнего ультрафиолета;
3. электронная спектроскопия низких энергий (LEED);
4. ионная спектроскопия низких энергий (LEID);

8. Установите соответствия между видом микроскопии и его основным физическим принципом.

- | | |
|--|------------------------------|
| 1. Оптическая микроскопия
используется проходящий или отраженный свет | А. Для получения изображения |
| 2. Электронная микроскопия
используется пучок электронов с энергией 200 – 400 кэВ | Б. Для получения изображения |
| 3. Сканирующая туннельная микроскопия
используется туннельный эффект, в частности измерение величины туннельного тока, возникающего при этом. | В. Для получения изображения |

4. Атомно-силовая микроскопия

Г. Используется регистрация силового

взаимодействия между поверхностью исследуемого образца и зондом

9. Какие из представленных объектов являются наночастицами (возможно несколько вариантов ответа):

1. Фуллерен
2. Квантовая точка
3. Углеродная нанотрубка
4. Частица пылицы лиственных деревьев
- 5.

10. Какими из перечисленных свойств обладают фуллерены.

1. Сверхпроводимость
2. Нелинейные оптические свойства
3. Значительная протяженность молекулы фуллерена в одном направлении по сравнению с двумя другими

11. Установите соответствие между типом углеродных нанотрубок и индексами киральности:

- | | |
|-----------------------------|---------|
| 1. Зиг-заг (zig-zag) | А. 10-0 |
| 2. Произвольной киральности | Б. 9-7 |
| 3. Кресельная (armchair) | В. 5-5 |

12. Укажите какому типу проводимости соответствует углеродная нанотрубка с киральностью 10-10

1. металлическая
2. полупроводниковая
3. диэлектрическая

13. Укажите какие из этих свойств характерны для углеродных нанотрубок (УНТ).

1. Высокая электропроводность в направлении вдоль оси УНТ.
 2. Большая величина модуля Юнга
 3. Способность образовывать полупроводниковые p-n переходы
 4. Способность собираться в жгуты, состоящие из нескольких УНТ
- Вычислительные задачи. Наночастицы.

14. Вычислите частоту воздействия атомов графеновой плоскости на частицу летящую параллельно ее поверхности на малом расстоянии от нее, как показано на Рис. 1 (учитывать только взаимодействие с ближайшими атомами углерода), при условии, что графеновая плоскость представляет собой решетку состоящую из правильных шестиугольников (Рис.2) длина стороны которых составляет 1.42 \AA ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$), а скорость движения частицы равна 4 \AA/пс , ($1 \text{ пс} = 10^{-12} \text{ с}$). Ответ записать в ТГц и округлить до тысячных.

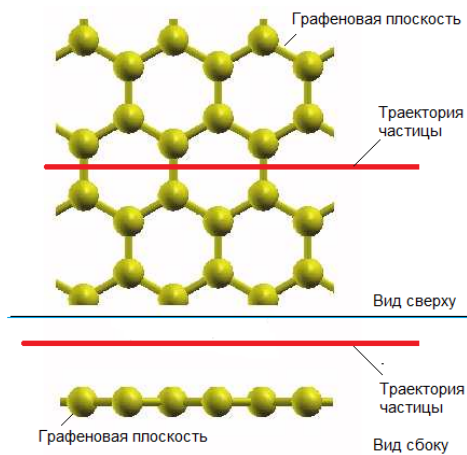


Рис.1

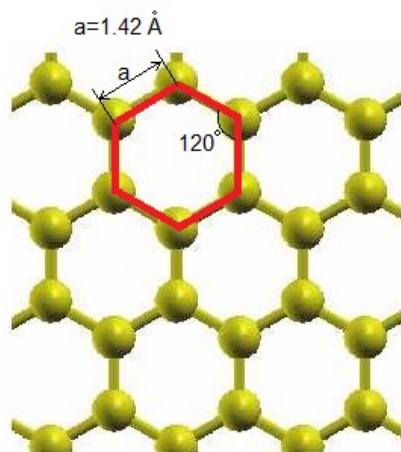


Рис. 2

15. Используя формулу для определения диаметра углеродной нанотрубки (УНТ) $d = \frac{\sqrt{3} \cdot a \cdot \sqrt{m^2 + n^2 + m \cdot n}}{\pi}$, где $a = 1.42 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$) — длина углерод-углеродной связи, определить расстояние между слоями двухслойной УНТ: 15-15@20-20 (УНТ 15-15 находится внутри УНТ 20-20). Ответ округлить до сотых долей Ангстрема

16. Найдите увеличение микроскопа, если размер объекта $L_0 = 100 \text{ мкм}$, а размер изображения, наблюдаемого в окуляр $L = 10 \text{ мм}$.

17. Способом получения острейшего зонда для проведения измерений в сканирующей туннельной микроскопии является (возможно несколько вариантов ответа):

1. Электрохимическое протравливание проволоочной заготовки в растворе КОН.
2. Разрезание проволоочной заготовки с одновременным ее вытягиванием.
3. Вытачивание на токарном станке.

18. Способом позволяющим сфокусировать пучок электронов при работе просвечивающего электронного микроскопа является использование:

1. Магнитных линз
2. Оптических линз
3. Специальных диафрагм

19. Верно ли, что не существует оптических микроскопов способных преодолеть так называемый барьер Аббе (ограничение присущее оптической системе вследствие явления дифракции)

Да/Нет

20. Геккон – ящерица, способная передвигаться по вертикальным поверхностям (Рис. 1) и даже по потолку. Все это происходит благодаря устройству подошвы ее лап (Рис. 2 А). Кожа подошв покрыта мельчайшими щетинками диаметром около 100 мкм (Рис. 2 Б, В), которые на концах разветвляются на еще более мелкие щетинки (400 – 1000 штук) (Рис. 2 Г), каждая из которых оканчивается треугольной лопаточкой (Рис. 2 Д) шириной около 0,2 мкм (или 200 нм). Такие лопаточки обеспечивают сцепление с любой даже очень гладкой поверхностью за счет слабых межмолекулярных Ван-дер-Ваальсовых сил. Считая, что плотность щетинок составляет 1,5 млн. на 1 см² поверхности подошвы геккона, а лопаточка на конце представляет собой равносторонний треугольник рассчитать эффективную площадь развиваемую поверхностью подошвы в 1 см². Выразите ответ в мм², ответ округлите до тысячных.



21. Геккон – ящерица, способная передвигаться по вертикальным поверхностям (Рис. 1) и даже по потолку. Все это происходит благодаря устройству подошвы ее лап (Рис. 2 А). Кожа подошв покрыта мельчайшими щетинками диаметром около 100 мкм (Рис. 2 Б, В), которые на концах разветвляются на еще более мелкие щетинки (400 – 1000 штук) (Рис. 2 Г), каждая из которых оканчивается треугольной лопаточкой (Рис. 2 Д) шириной около 0,2 мкм (или 200 нм). Такие лопаточки обеспечивают сцепление с любой даже очень гладкой поверхностью за счет слабых межмолекулярных Ван-дер-Ваальсовых сил, обеспечивающих силу сцепления около 10 Н/см², что соответствует весу 1 кг. Рассчитайте какую минимальную площадь необходимо иметь специальным приспособлениям выполненным по подобию лап геккона, чтобы иметь способность удерживать вес человека (80 кг). Ответ запишите в см².



22. Какие из перечисленных применений характерны для туннельных диодов

1. Усиление сигнала
2. Генерация СВЧ колебаний
3. Триггерные схемы
4. Накопление заряда.

23. Каков характерный средний размер клеток человека?

1. 10-50 мкм
2. 0.5 – 5 мкм
3. 100-1000 мкм

24. В каких из перечисленных продуктов при производстве использовались нанотехнологии

1. Микропроцессоры последнего поколения
2. Углепластиковый композитный материал
3. Графитовый карандаш
4. Лист писчей бумаги

25. Вычислить какое количество информации уместится на карте памяти, если размер одного запоминающего элемента равен 30×30 нм, размер чипа, на котором размещаются запоминающие элементы равен 5×5 мм. Для справки 1 способен хранить 1 бит информации. 1байт= 8 бит. 1Кбайт =1024 байта, 1Мбайт=1024Кбайта, 1Гбайт=1024Мбайта. Ответ округлить до сотых Гбайт.

Ответы:

1. 3,23 Гб
2. 4,00 Гб
3. 0,32 Гб
4. 1,23 Гб

26. Выберите вещества, в которых присутствует углерод (возможен выбор нескольких вариантов ответа).

1. Алмаз
2. Графит
3. Фуллерен
4. Речной песок

3.5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ (ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА)

- 1)Тождественность частиц в квантовой механике. Распределение Гиббса в квантовой статистике. Системы с переменным числом частиц. Распределение Больцмана для идеального газа.
- 2)Свойства распределения Ферми и его применение к газу свободных электронов в металле. Энергия Ферми. Поверхность Ферми.

- 3) Структура кристаллов. ГЦК- и ОЦК-структуры. Структуры алмаза и графита.
- 4) Аморфные твердые тела и жидкие кристаллы.
- 5) Колебания атомов в кристалле. Звуковые волны.
- 6) Статистика Бозе - Эйнштейна. Применение квантовой статистики Бозе-Эйнштейна к фононам. Теплоемкость кристаллов. Модель Дебая.
- 7) Электроны в кристаллической решетке, зонные схемы. Энергия электронов в кристалле. Пример одномерного кристалла.
- 8) Энергетические зоны и щели в полупроводниках. Поверхность Ферми.
- 9) Собственная проводимость полупроводников. Зависимость проводимости от температуры.
- 10) Примесная проводимость полупроводников.
- 11) Электропроводность кристаллов.
- 12) Сверхпроводимость.
- 13) Электрические свойства диэлектриков.
- 14) Магнитные свойства твердых тел. Магнитные носители информации.
- 15) Работа выхода. Контакт двух металлов. Контактная разность потенциалов.
- 16) Термоэлектрические явления. Физические механизмы явления Зеебека.
- 17) Термоэлектрические явления. Физические механизмы явления Пельтье.
- 18) Контакт металла и полупроводника (барьер Шоттки).
- 19) P-n переход, диоды. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) диодов и их применение.
- 20) Стабилитроны (диоды Зенера), их ВАХ и применение. Туннельный (пробой Зенера), тепловой и лавинный пробой.
- 21) Туннельные диоды, их ВАХ и применение.
- 22) Отрицательное сопротивление арсенида галлия (эффект Ганна) и его применение.
- 23) Биполярные транзисторы и их применение.
- 24) Полевые транзисторы и их применение. Твёрдотельная память.
- 25) Технологии производства полупроводниковых элементов и микросхем.
- 26) Поверхностные явления.
- 27) Поглощение света в кристаллах. Экситоны.
- 28) Фотопроводимость полупроводников.
- 29) Фотоэффект в p-n-переходах (вентильный фотоэффект) и в МДП-структурах. Солнечные элементы (батареи). Фотодиоды.
- 30) Применение полупроводников для регистрации изображений и радиоактивных излучений.
- 31) Электрон-дырочная рекомбинация. Светодиоды.
- 32) Вынужденное излучение. Полупроводниковые лазеры. Оптические носители информации. Оптоэлектроника.
- 33) Люминесценция твердых тел. Фотолюминесценция.
- 34) Просвечивающая электронная микроскопия. Ионно-полевая микроскопия.
- 35) Сканирующая микроскопия.
- 36) Металлические нанокластеры: получение, магические числа, электронная и геометрическая структура.
- 37) Полупроводниковые кластеры: оптические свойства и фотофрагментация. Кулоновский взрыв.
- 38) Квантовые ямы, проволоки и точки. Перспективы создания квантовых компьютеров.
- 39) Углеродные молекулы. Природа углеродной связи, гибридизация, молекулярные орбитали.
- 40) Углеродные кластеры и фуллерены.
- 41) Углеродные нанотрубки и их применение.
- 42) Органические соединения: полимеры, нанокристаллы, супрамолекулярные структуры.
- 43) Биологические материалы: нанопроволоки и наночастицы, нуклеиновые кислоты, наноструктуры.

- 44) Объемные наноструктурированные материалы. Нанокристаллы.
 45) Ферромагнетизм и наноманиты.
 46) Магнетосопротивление. Магнетозлектроника (спинтроника).
 47) Приготовление и свойства квантовых наноструктур. Размерные эффекты.
 48) Самосборка и катализ.
 49) Микроэлектромеханические системы. Нанозлектромеханические системы.
 Молекулярные и супрамолекулярные триггеры.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

4.1. Показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования, достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине

ПК-10, знанием научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности				
Этап (уровень)	Критерии оценивания			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
знать	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: <ul style="list-style-type: none"> • основные физические явления, лежащие в основе свойств материалов; 	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные физические явления, лежащие в основе свойств материалов;	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: <ul style="list-style-type: none"> • основные физические явления, лежащие в основе свойств материалов; • методы производства материалов с заданными физико-химическими свойствами; • приемы проектирования материалов с заданными свойствами; 	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: <ul style="list-style-type: none"> • основные физические явления, лежащие в основе свойств материалов; • методы производства материалов с заданными физико-химическими свойствами; • приемы проектирования материалов с заданными свойствами;
уметь	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет различать свойства материалов по их физико-химическим характеристикам;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: различать свойства материалов по их физико-химическим характеристикам;	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: <ul style="list-style-type: none"> • различает свойства материалов по их 	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: <ul style="list-style-type: none"> • различает свойства материалов по их физико-химичес

			физико-химическим характеристикам; <ul style="list-style-type: none"> • подбирает сочетания материалов для проектируемых строительных сооружений с учетом их физико-химических свойств; • проектирует материалы с заданными свойствами; 	химическим характеристикам; <ul style="list-style-type: none"> • подбирает сочетания материалов для проектируемых строительных сооружений с учетом их физико-химических свойств; • проектирует материалы с заданными свойствами;
владеть	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет технологией применения материалов с необходимыми свойствами к объектам строительства;	Обучающийся владеет в неполном объеме и проявляет недостаточность владения навыками применения материалов с необходимыми свойствами к объектам строительства;	Обучающимся допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения, частично владеет навыками <ul style="list-style-type: none"> • технологией применения материалов с необходимыми свойствами к объектам строительства; • навыками взаимной замены материалов для достижения заданных свойств конечных строительных конструкций; • навыками создания материалов с заданными свойствами с применением нанотехнологий. 	Обучающийся свободно применяет полученные навыки, в полном объеме владеет <ul style="list-style-type: none"> • технологией применения материалов с необходимыми свойствами к объектам строительства; • навыками взаимной замены материалов для достижения заданных свойств конечных строительных конструкций; • навыками создания материалов с заданными свойствами с применением нанотехнологий.

4.2. Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных

учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Наноматериалы и нанотехнологии» (прошли промежуточный контроль, выполнили лабораторные работы, выполнили контрольную работу)

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков по этапам (уровням) сформированности компетенций, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

ЛИСТ ДОПОЛНЕНИЙ И ИЗМЕНЕНИЙ рабочей программы дисциплины

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2018-2019 учебном году на заседании кафедры, протокол №10 от «19» мая 2018 г.

Внесены дополнения и изменения в части актуализации лицензионного программного обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплине, а так же современных профессиональных баз данных и информационных справочных системах, актуализации тем для самостоятельной работы, актуализации вопросов для подготовки к промежуточной аттестации, актуализации перечня основной и дополнительной учебной литературы.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры, протокол №10 от «18» мая 2019 г.

Внесены дополнения и изменения в части актуализации лицензионного программного обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплине, а так же современных профессиональных баз данных и информационных справочных системах, актуализации тем для самостоятельной работы, актуализации вопросов для подготовки к промежуточной аттестации, актуализации перечня основной и дополнительной учебной литературы.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры, протокол №10 от «14» мая 2020 г.

Внесены дополнения и изменения в части актуализации лицензионного программного обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплине, а так же современных профессиональных баз данных и информационных справочных системах, актуализации вопросов для подготовки к промежуточной аттестации.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры, протокол №9 от «10» апреля 2021 г.

Внесены дополнения и изменения в части актуализации лицензионного программного обеспечения, используемое при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплине, а так же современных профессиональных баз данных и информационных справочных системах, актуализации тем для самостоятельных работы.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры, протокол №10 от «14» мая 2022 г.

Внесены дополнения и изменения в части актуализации лицензионного программного обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплины, а так же современных профессиональных баз данных и информационных справочных системах, актуализации тем для самостоятельной работы, актуализации вопросов для подготовки к промежуточной аттестации, актуализации перечня основной и дополнительной учебной литературы.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры, протокол №6 от «04» марта 2023 г.

Внесены дополнения и изменения в тематике для самостоятельной работы, перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.