

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 17.03.2026
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bff679172803da5b7b558fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕН
на заседании кафедры
Протокол от «17» марта 2026 г., №12
Зав. кафедрой  [Холина С.А.]

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине (модулю)
Методы исследования наноструктур

Направление подготовки: 03.03.02 Физика
Профиль: Фундаментальная физика и нанотехнология

Москва
2026

Содержание

1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	3
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	3
3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	5
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	9

1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы¹

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ДПК-1 Способен понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования исследований в области физики.	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа
ДПК-2. Способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания²

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этапы формирования	Описание показателей	Критерии и оценивания	Шкала оценивания
ДПК-1	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знать: основные механизмы и методики поиска и синтеза информации. Уметь: самостоятельно определять основные методики постановки цели и способы ее достижения.	доклад, домашнее задание, конспект	Шкала оценивания домашнего задания, шкала оценивания доклада, шкала оценивания конспекта
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знать: основные механизмы и методики поиска и синтеза информации. Уметь: разрабатывать этапы решения поставленной задачи, выделяя ее основные составляющие; Владеть: навыками поиска информации с применением	доклад, домашнее задание, конспект	Шкала оценивания домашнего задания, шкала оценивания доклада, шкала

¹ Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

² Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

			современных наиболее эффективных технологий.		оценивания конспекта
ДПК-2	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знать: основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости. Уметь: производить целенаправленный поиск образовательных и научных источников по тематике курсовых работ и выпускной квалификационной работы.	доклад, домашнее задание, конспект	Шкала оценивания домашнего задания, шкала оценивания доклада, шкала оценивания конспекта
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знать: основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости. Уметь: производить целенаправленный поиск образовательных и научных источников по тематике курсовых работ и выпускной квалификационной работы. Владеть: навыками самостоятельной работы с учебной литературой по фундаментальным разделам общей и теоретической физики; основной терминологией и понятийным аппаратом базовых физических дисциплин; навыками решения базовых физических задач.	доклад, домашнее задание, конспект	Шкала оценивания домашнего задания, шкала оценивания доклада, шкала оценивания конспекта

Описание шкал оценивания

Шкала оценивания написания доклада

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент отобразил в докладе 71-90% выбранной темы.	8-10
Оптимальный (хорошо)	Если студент отобразил в докладе 51-70% выбранной темы	5-7
Удовлетворительный	Если студент отобразил в докладе 31-50% выбранной темы	2-4
Неудовлетворительный	Если студент отобразил в докладе 0-30% выбранной темы	0-1

Шкала оценивания домашнего задания

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Студент правильно выполнил 76 – 100% всех домашних заданий	8-10
Оптимальный (хорошо)	Студент правильно выполнил 51 – 75% всех домашних заданий	5-7
Удовлетворительный	Студент правильно выполнил 31 – 50% всех домашних заданий	2-4
Неудовлетворительный	Студент правильно выполнил 0 – 30% всех домашних заданий	0-1

Шкала оценивания конспекта

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент отобразил в конспекте 71-90% темы.	8-10
Оптимальный (хорошо)	Если студент отобразил в конспекте 51-70% темы	5-7
Удовлетворительный	Если студент отобразил в конспекте 31-50% темы	2-4
Неудовлетворительный	Если студент отобразил в конспекте 0-30% темы	0-1

3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Текущий контроль

ДПК-1 Способен понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования исследований в области физики.

Знать: основные механизмы и методики поиска и синтеза информации.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ДПК-1 на пороговом уровне

Перечень примерных тем конспектов по дисциплине

Тема 1. Основные понятия материаловедения и нанотехнологии.

Тема 2. Строение, классификация и области применения наноматериалов.

Тема 3. Методы исследования наноструктур.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ДПК-1 на продвинутом уровне

Перечень примерных тем конспектов по дисциплине

Тема 4. Основы рентгеновской дифракции.

Тема 5. Применение рентгеновской дифракции для изучения структуры и состава.

Тема 6. Масс-спектрометрия. Вторичная ионная масс-спектрометрия (ВИМС).

Уметь: разрабатывать этапы решения поставленной задачи, выделяя ее основные составляющие

Задания, необходимые для оценивания сформированности ДПК-1 на пороговом уровне

Перечень примерных тем докладов по дисциплине

1. Сравнительный анализ разрешающей способности и областей применения SEM, TEM и AFM.
2. Физические основы и аналитические возможности рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (XPS).
3. Методы определения размера наночастиц: DLS, NTA, электронная микроскопия.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ДПК-1 на продвинутом уровне

Перечень примерных тем докладов по дисциплине

1. Применение спектроскопии комбинационного рассеяния для идентификации аллотропных форм углерода.
2. Подготовка образцов для исследований наноструктур.
3. In situ и operando методы исследования наноструктур.
4. Квантовые точки: синтез, методы характеристики и перспективы применения в биомедицине.

Владеть: навыками поиска информации с применением современных наиболее эффективных технологий.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ДПК-1 на продвинутом уровне

Перечень примерных домашних заданий по дисциплине

1. В таблице указаны различные аллотропные модификации углерода, на рис. 1 представлены в произвольном порядке схематические изображения структуры этих модификаций.

В работе требуется установить для различных аллотропных модификаций углерода соответствующие им схематические изображения структуры, показанные на рис. 1, и занести в таблицу 1 позиции, которыми они обозначены.

Таблица 1

Аллотропные модификации углерода	Структура (позиция на рис. 1)
Графит	
Алмаз	
Фуллерены	
Нанотрубки	
Нановолокна	
Графен	

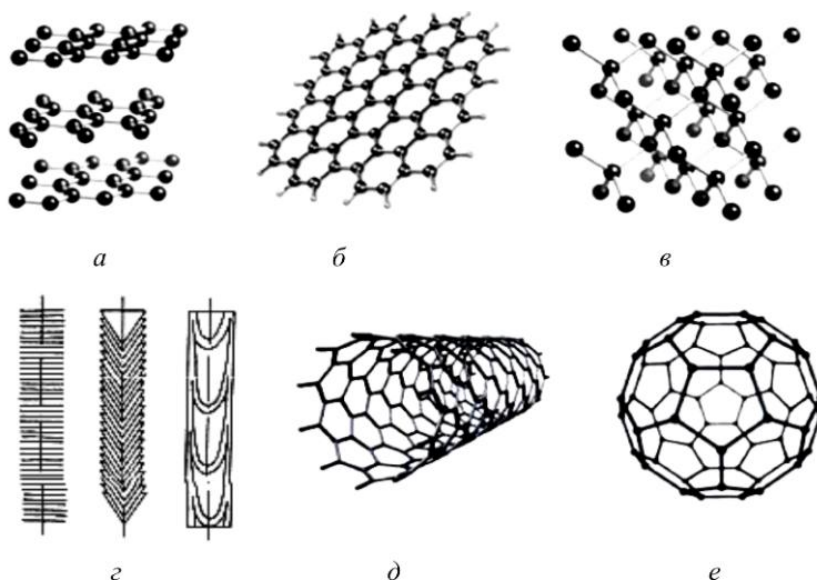


Рис. 1. Схематические изображения кристаллической структуры аллотропных модификаций углерода.

- Для нанопорошка оксида цинка (ZnO , гексагональная сингония, параметры решётки $a = 0,3249$ нм, $c = 0,5206$ нм) получена дифрактограмма. Рассчитайте углы дифракционных максимумов (2θ) для плоскостей (100), (002) и (101) при использовании $\text{CuK}\alpha$ -излучения ($\lambda = 0,15418$ нм). Определите размер кристаллитов по уширению пика (002), если его полуширина (FWHM) составляет $0,35^\circ$. Поясните, как изменится ширина пика при уменьшении размера кристаллитов до 5 нм.
- Известно, что тонкие пленки выглядят окрашенными в различные цвета радуги при освещении их белым светом. При какой минимальной толщине пленки субоксида кремния (показатель преломления – 2,5), нанесенной на кремниевую подложку (показатель преломления – 3,6), она приобретет определенный цвет? Как изменится минимальная толщина, необходимая, чтобы пленка стала окрашенной, если вместо кремниевой будет использована кварцевая подложка (показатель преломления кварца – 1,5)? Ответ пояснить. Нижнюю границу видимого света считать равной 380 нм.

ДПК-2. Способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности.

Знать: основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ДПК-2 на пороговом уровне

Перечень примерных тем конспектов по дисциплине

Тема 7. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ).

Тема 8. Основы атомно-силовой микроскопии (АСМ).

Тема 9. Применение АСМ для исследования поверхности наноматериалов.

Тема 10. Электронная спектроскопия.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ДПК-2 на продвинутом уровне

Перечень примерных тем конспектов по дисциплине

Тема 11. Основы оптической спектроскопии.

Тема 12. Спектроскопия комбинационного рассеяния.

Тема 13. Поляризационная оптическая микроскопия.

Тема 14. Компьютерное моделирование наноструктур

Уметь: производить целенаправленный поиск образовательных и научных источников по тематике курсовых работ и выпускной квалификационной работы.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ДПК-2 на пороговом уровне

Перечень примерных тем докладов по дисциплине

1. Искусственный интеллект в обработке данных микроскопии и спектроскопии наноматериалов.

2. Методы исследования дефектов в 2D-материалах (графен, TMDC).

3. Многомасштабное моделирование наноструктур.

4. Современные методы исследования наноструктурированных покрытий: механические, трибологические, коррозионные тесты.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ДПК-2 на продвинутом уровне

Перечень примерных тем докладов по дисциплине

1. Экологические аспекты нанотехнологий. Методы анализа миграции и трансформации наночастиц в окружающей среде.
2. Разработка методики контроля качества нанопорошков для аддитивных технологий.
3. Наноматериалы в фотовольтаике.
4. Методы диагностики биосовместимости наноструктурированных имплантатов (in vitro и in vivo).

Владеть: навыками самостоятельной работы с учебной литературой по фундаментальным разделам общей и теоретической физики; основной терминологией и понятийным аппаратом базовых физических дисциплин; навыками решения базовых физических задач.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ДПК-2 на продвинутом уровне

Перечень примерных домашних заданий по дисциплине

1. В спектре комбинационного рассеяния углеродной нанотрубки наблюдаются пики при 1582 см^{-1} (G-мода) и 1350 см^{-1} (D-мода). Рассчитайте отношение интенсивностей I_D/I_G , если интенсивность G-пика составляет 8200 усл. ед., а D-пика – 2460 усл. ед. Оцените размер графитоподобных кластеров по формуле $L_a = C(\lambda) / (I_D/I_G)$, где для $\lambda = 532\text{ нм}$ $C \approx 4,4\text{ нм}$. Как изменится это отношение после термообработки образца? Объясните физический смысл.
2. Тонкая плёнка кремния (Si, $n = 3,5$) толщиной 200 нм нанесена на кварцевую подложку ($n = 1,46$). Рассчитайте спектр пропускания в диапазоне длин волн 400–800 нм при нормальном падении света. Определите длины волн, соответствующие максимумам и минимумам пропускания. Как изменится картина, если плёнка будет иметь толщину 100 нм? Постройте качественный график зависимости $T(\lambda)$ для обоих случаев.
3. На ПЭМ-изображении нанокompозита Ag–SiO₂ видны наночастицы серебра со средним диаметром 8 нм и дисперсией 15 %. С помощью энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (ЭДС) получен спектр с пиками Ag и Si. Оцените массовую долю серебра в композите, если известно, что площадь пика Ag составляет 1200 имп./с, а Si – 3400 имп./с. Для расчёта используйте факторы чувствительности Cliff–Lorimer: $K_{\text{Ag/Si}} = 1,8$. Поясните, какие факторы могут влиять на точность количественного анализа.
4. Вам необходимо определить: морфологию наночастиц оксида железа (сферичность, распределение по размерам); фазовый состав (магнетит/маггемит); толщину

поверхностного слоя (олеиновая кислота, ~2 нм). Предложите последовательность методов исследования, обоснуйте выбор каждого метода. Укажите возможные альтернативы и их ограничения.

Промежуточная аттестация

ДПК-1 Способен понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования исследований в области физики.

Знать: основные механизмы и методики поиска и синтеза информации.

Уметь: разрабатывать этапы решения поставленной задачи, выделяя ее основные составляющие;

Владеть: навыками поиска информации с применением современных наиболее эффективных технологий.

Перечень примерных вопросов к зачёту

1. Дайте определение наноматериала. Каковы критерии отнесения объекта к нанодиапазону?
2. Объясните проявление размерных эффектов на примере зависимости температуры плавления, оптических свойств и реакционной способности наночастиц от их размера.
3. Классификация наноматериалов по размерности (0D, 1D, 2D, 3D). Приведите примеры.
4. Принцип работы сканирующего электронного микроскопа (СЭМ). Типы детекторов и получаемая информация.
5. Принцип работы просвечивающего электронного микроскопа (ПЭМ).
6. Физические основы сканирующей туннельной микроскопии (СТМ). Режимы работы и ограничения метода.
7. Принцип работы атомно-силового микроскопа (АСМ). Сравнение основных режимов (контактный, полуконтактный, бесконтактный). Преимущества и недостатки каждого.
8. Что такое магнитно-силовая микроскопия (МСМ) и для каких задач она применяется?
9. Сравните информативность и область применения СЭМ, ПЭМ и АСМ при исследовании нанокompозитов.
10. Что такое параметр элементарной ячейки? Как его определить по дифрактограмме поликристаллического образца?
11. Закон Вегарда. Как с его помощью определить состав твёрдого раствора?
12. Физические основы метода рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (XPS).

ДПК-2. Способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности.

Знать: основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости.

Уметь: производить целенаправленный поиск образовательных и научных источников по тематике курсовых работ и выпускной квалификационной работы.

Владеть: навыками самостоятельной работы с учебной литературой по фундаментальным разделам общей и теоретической физики; основной терминологией и понятийным аппаратом базовых физических дисциплин; навыками решения базовых физических задач.

Перечень примерных вопросов к зачёту

1. Принцип работы Оже-электронного спектрометра. В чём отличие от XPS?
2. Физические основы вторичной ионной масс-спектрометрии (ВИМС). Статический и динамический режимы, их применение.
3. Интерференция света в тонких плёнках. Как определить толщину плёнки по спектру отражения/пропускания?
4. Физические основы спектроскопии комбинационного рассеяния. Что такое стоксово и антистоксово рассеяние?
5. Какие параметры рамановского спектра (положение пиков, интенсивность, ширина) несут информацию о структуре и дефектах углеродных наноматериалов?
6. Поляризационная оптическая микроскопия: для исследования каких наноструктур она применяется и почему?
7. Методы определения размера наночастиц в коллоидных растворах (динамическое рассеяние света, нанотрекинг-анализ).
8. Термогравиметрический анализ (ТГА) и дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) в исследовании наноматериалов.
9. Методы компьютерного моделирования наноструктур: молекулярная динамика, теория функционала плотности, метод конечных элементов. Области применения каждого.
10. Подготовка образцов для исследования наноструктур: общие принципы и особенности для электронной микроскопии, АСМ, рентгенофазового анализа.
11. Составьте план исследования для определения морфологии, элементного состава, фазового состава и толщины оксидного слоя наночастиц алюминия. Обоснуйте выбор методов.
12. Сравните возможности методов элементного анализа: XPS, ЭДС, ВИМС. В каких случаях какой метод предпочтительнее?

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Требования к зачёту

Для допуска к зачёту нужно выполнить все домашние задания, пройти все опросы, тестирование, и защитить одну курсовую работу по выбору студента. На зачёте студент должен ответить на два теоретических вопроса.

Итоговая оценка «зачёт» или «незачёт» складывается из оценок за опросы, за домашние задания, за тестирования, а также за зачёт с оценкой не менее «удовлетворительно». максимальный итоговый балл – 100 баллов.

Шкала оценивания зачёта.

Критерии оценивания	Баллы
Свободное владение основными терминами и понятиями курса; последовательное и логичное изложение материала курса; законченные выводы и обобщения по теме вопросов; исчерпывающие ответы на вопросы при сдаче зачета. Полностью выполнены и защищены лабораторные работы.	15-20
Знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала курса; умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче зачета. Полностью выполнены и защищены лабораторные работы.	10-14
Удовлетворительное знание основных терминов и понятий курса; удовлетворительное знание и владение методами и средствами решения задач; недостаточно последовательное изложение материала курса; умение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов. Выполнено и защищено не менее 75 % лабораторных работ.	5-9
Ответ, не соответствующий вышеуказанным критериям выставления оценок.	0-4

Итоговая шкала оценивания результатов освоения дисциплины

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа обучающегося в течение освоения дисциплины, а также оценка по промежуточной аттестации.

Количество баллов	Оценка по традиционной шкале
81-100	Зачтено
61-80	Зачтено
41-60	Зачтено
0-40	Не зачтено