

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)
Моделирование в материаловедении

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-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-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, опрос, конспект	Шкала оценивания домашнего задания, шкала оценивания доклада, шкала оценивания опроса, шкала оценивания конспекта

¹ Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

² Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

	Продвину тый	1. Работа на учебны х занятия х 2. Самост оятель ная 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, опрос, конспект. Практическая подготовка	Шкала оценивания домашнего задания, шкала оценивания доклада, шкала оценивания опроса, шкала оценивания конспекта, шкала оценивания практической подготовки
--	-----------------	--	---	--	---

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 практической подготовки

Критерии оценивания	Баллы
высокая активность на практической подготовке, выполнен(ы) задачи / контрольные работы / лабораторное исследование в количестве не менее 3 и/или отработан алгоритм решения задач по каждой теме или сформирован навык с лабораторным оборудованием	5
средняя активность на практической подготовке, выполнен(ы) задачи / контрольные работы / лабораторное исследование в количестве от 1 до 3 и/или не полностью отработан алгоритм оказания медицинской помощи	2
низкая активность на практической подготовке, задачи / контрольные работы / лабораторное исследование не выполнялись и/или не отработан алгоритм решения задач по каждой теме, а также не сформирован навык с лабораторным оборудованием	0

Шкала оценивания опроса

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

Перечень тем конспекта по дисциплине

- 1) Тема 1. Введение в моделирование в материаловедении
- 2) Тема 2. Основы Python для научных расчётов
- 3) Тема 3. Обработка и анализ экспериментальных данных
- 4) Тема 4. Численные методы решения ОДУ
- 5) Тема 5. Моделирование оптических свойств материалов
- 6) Тема 6. Трассировка лучей и оптическое моделирование
- 7) Тема 7. Обратные задачи и оптимизация моделей
- 8) Тема 8. Высокопроизводительные вычисления и итоговый проект

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

Перечень тем докладов по дисциплине

1. Роль численного моделирования в современной физике и материаловедении.
2. Классификация моделей в физике: аналитические, численные и эмпирические подходы.
3. Методы обработки экспериментальных данных в физике и материаловедении.
4. Применение языка Python для научных вычислений и моделирования физических процессов.
5. Численные методы решения дифференциальных уравнений в задачах физики.

6. Методы аппроксимации и интерполяции экспериментальных данных.
7. Основы моделирования оптических свойств материалов.
8. Градиентные среды и распределение показателя преломления.
9. Методы трассировки лучей в неоднородных среда.

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

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

Перечень заданий для опроса по дисциплине

- 1) Роль моделирования в современной физике и материаловедении.
- 2) Классификация моделей.
- 3) Принципы воспроизводимости вычислений.
- 4) Обзор научных библиотек Python.
- 5) Синтаксис Python, структуры данных.
- 6) NumPy: создание массивов, операции, вещание.
- 7) Matplotlib: настройка графиков, работа с несколькими осями.
- 8) Pandas: загрузка, фильтрация, группировка данных.
- 9) Методы интерполяции и аппроксимации.
- 10) Статистические метрики качества.
- 11) Теоретическое обоснование методов Эйлера и Рунге–Кутты.
- 12) Анализ погрешности и устойчивости.
- 13) Модели показателя преломления.
- 14) Градиентные среды.
- 15) Построение распределений $n(x,y)$.
- 16) Визуализация в 2D/3D.
- 17) Уравнение луча в неоднородной среде.
- 18) Численная трассировка.
- 19) Анализ влияния параметров среды на траекторию.
- 20) Постановка обратной задачи.
- 21) Целевая функция.
- 22) Методы оптимизации (наименьших квадратов, градиентный спуск).
- 23) Устойчивость решения.
- 24) Параллельные вычисления.
- 25) Профилирование и оптимизация кода.
- 26) Оформление проекта.

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

Перечень примерных домашних заданий по дисциплине

1. Студенту предлагается реализовать на языке Python построение графиков заданной физической зависимости (например, зависимости энергии от параметра системы или показателя преломления от концентрации вещества). В рамках задания необходимо корректно реализовать вычисление функции, построить график с использованием библиотеки Matplotlib, оформить подписи осей, легенду и заголовок, а также провести краткий анализ поведения функции при изменении входных параметров.
2. Студенту предоставляется файл с экспериментальными данными в формате CSV. Требуется выполнить загрузку данных с использованием библиотеки Pandas, провести предварительную обработку (фильтрацию, сглаживание), построить графики зависимостей и рассчитать показатели точности (например, среднеквадратичную ошибку (RMSE) или среднюю абсолютную ошибку (MAE)) между экспериментальными и модельными данными. По результатам необходимо сделать вывод о качестве данных и корректности обработки.
3. Необходимо выполнить аппроксимацию экспериментальной зависимости с использованием заданной модели (например, экспоненциальной, гауссовой или полиномиальной функции). Студент должен реализовать процедуру подбора параметров (например, с использованием методов наименьших квадратов), визуально сопоставить экспериментальные и расчетные данные, оценить точность аппроксимации и интерпретировать полученные параметры с физической точки зрения.
4. Студенту предлагается реализовать численное решение обыкновенного дифференциального уравнения, описывающего физический процесс (например, движение частицы или распространение луча). Необходимо реализовать как минимум два численных метода (например, метод Эйлера и метод Рунге–Кутты 4-го порядка), сравнить их точность и устойчивость, а также визуализировать полученное решение в виде графиков или траекторий.
5. Требуется задать и реализовать модель пространственного распределения показателя преломления $n(x,y)$ (например, с использованием гауссова профиля). В рамках задания необходимо построить двумерную карту распределения, исследовать влияние параметров модели на форму распределения и дать физическую интерпретацию полученных результатов.
6. Студенту необходимо реализовать численную трассировку луча в среде с неоднородным показателем преломления. Требуется записать уравнение луча, реализовать его численное решение (например, методом Рунге–Кутты), построить траектории лучей и проанализировать их отклонение в зависимости от параметров среды.

7. На основе заданных экспериментальных данных (например, смещения луча) студенту необходимо восстановить параметры модели среды. Требуется сформулировать целевую функцию, реализовать метод оптимизации, провести оценку точности восстановления параметров и сопоставить результаты моделирования с экспериментальными данными.

8. Студенту предлагается самостоятельно реализовать модель физического процесса в области материаловедения. В рамках задания необходимо разработать модель, реализовать программный код, провести анализ результатов, визуализировать данные и оформить отчет с обоснованными выводами.

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 заданий для практической подготовки по дисциплине

1. Ознакомление со средой разработки (Jupyter Notebook / PyCharm). Установка и настройка библиотек NumPy, Matplotlib, SciPy, Pandas. Построить простейших графиков физических зависимостей.

2. Провести работу с массивами и векторами (NumPy): создание, индексация, операции. Реализовать физические формулы в векторной форме. Построить 2D графиков (Matplotlib): настройка стилей, подписей, легенды, нескольких осей. Создать функций для вычисления физических величин.

3. Загрузить реальные или модельные экспериментальные данных из CSV файлов с помощью Pandas. Провести предварительную обработку: фильтрация шума (скользящее среднее, медианный фильтр), удаление выбросов. Интерполяция (linear, cubic) и аппроксимация (полиномы, экспонента, сплайны). Рассчитать метрик ошибок (RMSE, MAE). Визуализация сравнения эксперимента и модели.

4. Реализовать методы Эйлера и Рунге–Кутты 4 го порядка для решения задачи Коши. Применить к физическим задачам: движение тела под действием силы тяжести с сопротивлением воздуха, остывание тела по закону Ньютона, кинетические уравнения первого порядка. Сравнить точности методов. Использовать встроенные решатели `scipy.integrate.solve_ivp`.

5. Создать модель градиентной среды: рассчитать профиля показателя преломления $n(x, y)$ для заданных параметров (линейный, гауссов, экспоненциальный). Построить 2D карт распределения n . Провести визуализацию изолиний. Рассчитать углов преломления по закону Снеллиуса для слоистой среды.

6. Решить численно уравнение луча в среде с неоднородным показателем преломления. Реализовать трассировку луча (метод Рунге–Кутты). Визуализировать траектории в зависимости от начальных условий. Построить простой оптической системы (линза с радиальным градиентом показателя).
7. Произвести подгонку параметров модели под экспериментальные данные: задание целевой функции, использование `scipy.optimize.curve_fit`. Решить простой обратной задачи (например, восстановление параметров градиентной среды по смещению луча). Анализ устойчивости решения (добавление шума в данные).
8. Оптимизировать код: векторизация, использование `numba`. Параллельные вычисления с `multiprocessing` для обработки большого числа траекторий. Реализовать индивидуальный итоговый проект (выбор темы согласуется с преподавателем). Подготовить отчёт с описанием модели, реализацией, результатами и их интерпретацией.

Промежуточная аттестация

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.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ДПК-2

Перечень примерных вопросов к зачету

1. Роль моделирования в материаловедении.
2. Классификация физических моделей.
3. Основы программирования на Python для научных задач.
4. Работа с массивами и библиотека NumPy.
5. Визуализация данных (Matplotlib).
6. Обработка экспериментальных данных (Pandas).
7. Методы аппроксимации и интерполяции.
8. Оценка погрешностей (RMSE, MAE).
9. Численные методы решения ОДУ.

10. Метод Эйлера и метод Рунге–Кутты.
11. Градиентные среды.
12. Уравнение луча в неоднородной среде.
13. Основы оптики в анизотропных средах.
14. Обратные задачи в физике.
15. Методы оптимизации параметров моделей.
16. Визуализация результатов моделирования.
17. Параллельные вычисления.

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