

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Наумова Наталия Александровна

Должность: Ректор

Дата подписания: 17.03.2026
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Уникальный программный ключ: «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»

6b5279da4e034bff679172803da5b7b558fc69e2
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

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)

Физика полимеров и мягкой материи

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	Шкала оценивания домашнего задания, шкала оценивания доклада
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях	Знать: основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости. Уметь: производить целенаправленный поиск образовательных и научных	доклад, домашнее задание, практическая	Шкала оценивания домашнего задания, шкала оценивания

¹ Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

² Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

		2. Самостоятельная работа	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.	подготовка	ия доклада, кала 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

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 примерных тем докладов по дисциплине

1. Эволюция представлений о структуре полимеров.
2. Масштабные подходы в физике полимеров, скейлинговые теории.
3. Фазовые переходы в мягкой материи.
4. Роль энтропии в формировании конформаций и свойств полимеров.
5. Стеклование полимеров.
6. Биополимеры. Структура, динамика и функции.
7. Гидрогели.
8. Жидкокристаллические полимеры.
9. Коллоидные системы как модельные объекты для изучения фазовых переходов.
10. Полимерные мембраны.

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

Перечень примерных тем докладов по дисциплине

1. Динамическое рассеяние света в полимерных и коллоидных системах.
2. Дифференциальная сканирующая калориметрия в исследовании тепловых переходов.
3. Рентгеновское и нейтронное малоугловое рассеяние для изучения надмолекулярной структуры.
4. Атомно-силовая микроскопия мягких материалов.
5. Реологические методы исследования полимеров.
6. Полимерные электролиты для твёрдотельных аккумуляторов.
7. Мягкая материя в 3D-печати.
8. Полимерные нанокомпозиты.
9. Применение гидрогелей в тканевой инженерии и доставке лекарств.
10. Мягкая робототехника на основе полимерных актюаторов

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 домашних заданий по дисциплине

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

Перечень примерных домашних заданий по дисциплине

1. Для свободно-сочленённой цепи с числом звеньев $N = 100$ и длиной сегмента $l = 2$ нм рассчитайте среднеквадратичное расстояние между концами цепи $\langle R^2 \rangle$. Оцените среднеквадратичный радиус инерции. Как изменится $\langle R^2 \rangle$, если цепь станет персистентной с длиной персистентности $l_p = 1$ нм?
2. Для системы полиметилметакрилат – толуол при температуре 25°C параметр взаимодействия Флори–Хаггинса $\chi = 0,45$. Объёмная доля полимера $\phi = 0,02$. Рассчитайте осмотическое давление раствора. При каком значении χ наступит фазовое разделение?
3. Сшитый полиакриламидный гель помещён в воду. Степень набухания $Q = 15$. Используя теорию Флори–Ренера, оцените среднюю молекулярную массу цепи

между сшивками M_c . Параметр Флори–Хаггинса для системы $\chi=0,48$, плотность полимера $\rho=1,2 \text{ г/см}^3$, молярный объём воды $V_1=18 \text{ см}^3/\text{моль}$.

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

Перечень примерных домашних заданий по дисциплине

1. Для полистирола температура стеклования $T_g=100^\circ\text{C}$. По формуле Фокса–Флори оцените молекулярную массу, при которой T_g уменьшится на 5°C . Примите $T_{g\infty}=100^\circ\text{C}$, $K=1,2\cdot 10^5 \text{ К}\cdot\text{г/моль}$.
2. Вязкость расплава полиэтилена при 180°C составляет $\eta=500 \text{ Па}\cdot\text{с}$, время релаксации $\tau=0,1 \text{ с}$. Постройте график зависимости динамической вязкости от частоты в рамках модели Максвелла. Рассчитайте модуль накопления и потерь при частоте $\omega=10 \text{ с}^{-1}$.
3. На кривой ДСК полиэтилентерефталата наблюдаются эндотермический пик при 80°C и эндотермический пик при 255°C . Каким переходам соответствуют эти пики? Рассчитайте степень кристалличности, если энтальпия плавления образца $\Delta H_m=40 \text{ Дж/г}$, а энтальпия плавления 100% кристаллического образца $\Delta H_{m0}=140 \text{ Дж/г}$.
4. Используя язык Python, напишите программу для генерации конформаций свободно-сочленённой цепи методом случайных блужданий. Постройте гистограмму распределения расстояний между концами для $N=100$ шагов и 10^4 реализаций. Сравните среднее значение $\langle R^2 \rangle$ с теоретическим.

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) Проанализировать классификаций мягких материалов. Подготовить обзор по одному из классов (полимеры, жидкие кристаллы, коллоиды) с примерами и областями применения.
- 2) Определить среднечисловую и средневязкостную молекулярные масс. Оценить гибкости цепи по известным химическим структурам.
- 3) Смоделировать методом Монте-Карло идеальной цепи на компьютере (Python). Рассчитать среднеквадратичного расстояния между концами для свободно-сочленённой и персистентной моделей. Сравнить с теорией.

- 4) Решить задачу на расчёт параметра Флори–Хаггинса, критической концентрации, температур фазового разделения. Построить фазовую диаграмму для бинарной системы полимер–растворитель.
- 5) Измерить степень набухания гидрогелей в воде и растворах солей. Определить параметр сшивки по теории Флори–Ренера. Обработать данные, построение изотерм набухания.
- 6) Провести реологических измерений на ротационном вискозиметре (или анализ предоставленных данных). Построить кривые течения, определение вязкости, расчёт времени релаксации.
- 7) Провести дифференциальную сканирующую Калориметрию (ДСК) образцов полимеров. Определить температуры стеклования, плавления, степени кристалличности. Провести анализ кинетики кристаллизации.
- 8) Пронаблюдать текстуры жидких кристаллов в поляризационном микроскопе. Идентифицировать нематическую и смектическую фазы. Исследовать эффекта Фредерикса в электрическом поле.
- 9) Исследовать синтез коллоидных растворов (например, золя золота или латекса). Определить размер частиц методом динамического рассеяния света (DLS). Оценить устойчивости по дзета-потенциалу.
- 10) Исследовать тепловую денатурацию белка методом ДСК. Рассчитать параметры денатурации (температура перехода, энтальпия). Провести анализ вторичной структуры по данным кругового дихроизма (предоставленным).
- 11) Определить поверхностное натяжение растворов ПАВ методом Вильгельми. Построить изотермы поверхностного натяжения. Рассчитать критическую концентрацию мицеллообразования.
- 12) Измерить диэлектрическую проницаемость и тангенс угла потерь полимерной плёнки. Исследовать двойного лучепреломления в потоке полимерного раствора.
- 13) Обработать данные малоуглового рентгеновского рассеяния (SAXS) полимерной системы. Рассчитать радиус инерции, корреляционной длины. Исследовать спектры динамического рассеяния света.
- 14) Разработать и представить мини-проект по применению мягкой материи в нанотехнологиях, биомедицине или 3D-печати. Работа в малых группах.

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. Что такое мягкая материя? Основные классы и их отличительные черты.
2. Молекулярно-массовое распределение полимеров. Среднечисловая и средневязкостная молекулярные массы, полидисперсность.
3. Конформации полимерной цепи. Свободно-сочленённая модель, персистентная длина.
4. Среднеквадратичное расстояние между концами цепи в идеальном и реальном состоянии.
5. Термодинамика смещения полимера с растворителем. Параметр Флори–Хаггинса.
6. Θ -условия и их физический смысл. Фазовые диаграммы полимер–растворитель.
7. Критическая точка фазового разделения, её зависимость от молекулярной массы.
8. Стеклование полимеров. Температура стеклования, факторы, её определяющие.
9. Кристаллизация полимеров. Кинетика, степень кристалличности, морфология.
10. Вязкоупругость полимеров. Модели Максвелла и Кельвина–Фойгта.
11. Реология расплавов и растворов полимеров. Зависимость вязкости от молекулярной массы и частоты.
12. Полимерные сетки. Сшивка, набухание. Теория высокоэластичности.
13. Гидрогели, структура, факторы набухания, биомедицинские применения.
14. Уравнение состояния идеальной сетки. Степень набухания и её расчёт.
15. Жидкие кристаллы: классификация, параметры порядка, фазовые переходы.
16. Оптические свойства жидких кристаллов. Эффект Фредерикса.
17. Коллоидные системы. Классификация, устойчивость, теория DLVO.
18. Структурообразование в коллоидах. Коллоидные кристаллы, стеклование.
19. Структурные уровни организации белков. Фолдинг и денатурация.
20. Поверхностное натяжение, адсорбция полимеров на границах раздела.
21. Мицеллообразование поверхностно-активных веществ. Критическая концентрация мицеллообразования.
22. Динамическое и статическое рассеяние света.
23. Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) в изучении полимеров.
24. Малоугловое рассеяние рентгеновских лучей и нейтронов (SAXS/SANS).

- 25.Реометрия. Методы измерения, получаемые характеристики.
- 26.Методы компьютерного моделирования мягкой материи (Монте-Карло, молекулярная динамика).
- 27.Полимерные нанокомпозиты. Структура, свойства, применение.
- 28.Мягкая материя в энергетике (полимерные электролиты, органические фотоэлементы).
- 29.Биомедицинские применения гидрогелей и коллоидных систем.
- 30.Современные тенденции. 3D-печать полимерами, мягкая робототехника.

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