

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталья 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)
Физика конденсированного состояния

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.....	4
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
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей 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 оценивания	Шкала оценивания
ОПК-1	Пороговый	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа	Знать: основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости. Уметь: грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания физики конденсированного состояния, создавать модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.	Доклад, презентация, решение задач	Шкала оценивания доклада, шкала оценивания презентации, шкала оценивания решения задач
	Продвинутый	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа	Знать: основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости. Уметь: грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания физики конденсированного состояния, создавать модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей. Владеть: методами использования в профессиональной деятельности базовых знаний физики конденсированного состояния для	Доклад, презентация, решение задач, практическая подготовка	Шкала оценивания доклада, шкала оценивания презентации, шкала оценивания решения задач, шкала оценивания

¹ Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

² Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

			создания моделей типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов с учетом границ применимости моделей.		практической подготовки
--	--	--	--	--	-------------------------

Описание шкал оценивания

Шкала оценивания написания доклада.

Критерии оценивания	Баллы
Если студент отобразил в докладе 71-90% выбранной темы.	8-10
Если студент отобразил в докладе 51-70% выбранной темы	5-7
Если студент отобразил в докладе 31-50% выбранной темы	2-4
Если студент отобразил в докладе 0-30% выбранной темы	0-1

Шкала оценивания презентации

Критерии оценивания	Баллы
Если студент отобразил в презентации 71-90% выбранной темы.	8-10
Если студент отобразил в презентации 51-70% выбранной темы	5-7
Если студент отобразил в презентации 31-50% выбранной темы	2-4
Если студент отобразил в презентации 0-30% выбранной темы	0-1

Шкала оценивания решения задач

Критерии оценивания	Баллы
Если студент решил 71-90% от всех заданий	8-10
Если студент решил 51-70% от всех заданий	5-7
Если студент решил 31-50% от всех заданий	2-4
Если студент решил 0-30% от всех заданий	0-1

Шкала оценивания практической подготовки.

Критерии оценивания	Баллы
Если студент решил 71-90% от всех задач	16-20
Если студент решил 51-70% от всех задач	11-15
Если студент решил 31-50% от всех задач	6-10
Если студент решил 0-30% от всех задач	0-5

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

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.

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

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

Перечень тем докладов и презентаций по дисциплине

1. Механика сплошных сред.
2. Электродинамика сплошных сред.
3. Физика твёрдого тела.
4. Физика жидкостей.
5. Мезоскопическая физика.
6. Мягкое конденсированное вещество.
7. Квантовый эффект Холла.
8. Сверхпроводимость.
9. Сильно коррелированные системы.
10. Спиновые цепочки.
11. Высокотемпературная сверхпроводимость.
12. Физика неупорядоченных систем.
13. Симметрия и законы сохранения в физике конденсированного состояния.
14. Теоремы Кюри.
15. Сегнетоэлектрические жидкие кристаллы.

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

Перечень тем докладов и презентаций по дисциплине

1. Электреты.
2. Пьезоэлектрики.
3. Высокотемпературная сверхпроводимость.
4. Многочастичные взаимодействия.
5. Аморфное состояние вещества.
6. Классификация жидких кристаллов.
7. Ближний и дальний порядок в жидких кристаллах.
8. Дефекты в жидких кристаллах.
9. Жидкие кристаллы в электрических и магнитных полях.
10. Лиотропные жидкие кристаллы.
11. Динамика жидких кристаллов.
12. Ультразвуковые методы исследования конденсированных сред.
13. Математическое моделирование мезофаз.

Уметь: грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания физики конденсированного состояния, создавать модели типовых

профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.

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

Перечень примерных заданий для решения задач по дисциплине

1. Найти элементы точечной симметрии нематического жидкого кристалла и кристалла поваренной соли.
2. Найти элементы пространственной симметрии простой кубической решетки.
3. Найти предельную группу Кюри для однородного электрического поля.

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

Перечень примерных заданий для решения задач по дисциплине

1. Какие элементы симметрии простой кубической решетки сохраняются при ее сжатии вдоль оси (1. 1. 1)?
2. Какие оси симметрии совместимы с кристаллической решеткой?

Владеть: методами использования в профессиональной деятельности базовых знаний физики конденсированного состояния для создания моделей типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов с учетом границ применимости моделей.

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

Перечень заданий для практической подготовки по дисциплине

1. *Расположить* следующие элементы в порядке возрастания первого потенциала ионизации: (Na, Al, P, Cl, K). *Объяснить* выбор, используя понятия эффективного заряда ядра и радиуса атома.
2. *Показать* графически и с помощью электронных формул (знаков Льюиса) образование химических связей в молекулах H_2O и N_2 . *Указать* тип ковалентной связи (полярная/неполярная) и её кратность.
3. Энергия взаимодействия между двумя атомами в молекуле зависит от расстояния следующим образом: $U(r) = -\alpha/r^n + \beta/r^m$. Межатомное расстояние в положении равновесия $r_0 = 3\text{\AA}$, энергия диссоциации (расщепления нейтральной молекулы на противоположно заряженные ионы) молекулы $U_d = -4$ эВ. *Вычислить* значения коэффициентов α и β , если $n = 2$, $m = 10$.
4. *Рассчитать* полное количество плоскостей симметрии и поворотных осей второго порядка для кристалла в форме правильного куба.
5. *Изобразить* в кубической элементарной ячейке кристаллографические плоскости с индексами Миллера (100), (110) и (111).

6. *Определить* равновесную концентрацию вакансий в меди при температуре $T = 1000 \text{ K}$, если энергия образования вакансии $E_v = 1.0 \text{ эВ}$.
7. Стальной стержень длиной $L = 2 \text{ м}$ и площадью поперечного сечения $A = 4 \text{ см}^2$ ($4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$) испытывает растягивающую силу $F = 80 \text{ кН}$. Модуль Юнга для стали равен $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Па}$. *Рассчитать* нормальное напряжение σ в стержне и его абсолютное удлинение ΔL .
8. *Доказать*, что в трехмерном кристалле в приближении Дебая функция распределения колебаний по частотам (плотность состояний) пропорциональна квадрату частоты $g(\omega) = A \omega^2$. *Рассчитать* характеристическую частоту Дебая ω_D и температуру Дебая Θ_D для меди, если концентрация атомов $n = 8.5 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$, а средняя скорость звука $v = 3000 \text{ м/с}$.
9. *Показать* характер экспериментальной температурной зависимости теплоемкости твердого тела при $T \rightarrow 0$ и объясните, почему классический закон Дюлонга — Пти терпит в этой области крах.
10. *Доказать* теоретически и предложите физический эксперимент, подтверждающий, что кварцевое стекло изотропно, а кристаллический кварц анизотропен.
11. *Доказать*, что избыточное (лапласово) давление внутри сферического мыльного пузыря радиусом R выражается формулой $\Delta p = 4\sigma/R$.
12. *Рассчитать*, при какой температуре T_2 будет плавиться лед под давлением $P_2 = 100 \text{ атм}$, если при нормальном давлении $P_1 = 1 \text{ атм}$ температура плавления составляет $T_1 = 273.1 \text{ K}$.
13. Холестерический жидкий кристалл имеет шаг спирали $P = 400 \text{ нм}$. Средний показатель преломления среды $n = 1.5$. *Рассчитать* длину волны максимума селективного отражения $\lambda_{\max}$ при нормальном падении света, а также определите цвет отраженного излучения.
14. Средняя молекулярная масса поливинилхлорида (ПВХ) составляет 12000 г/моль . *Рассчитать* среднюю степень полимеризации (n) этого полимера.

Промежуточная аттестация

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.

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

Уметь: грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания физики конденсированного состояния, создавать модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.

Владеть: методами использования в профессиональной деятельности базовых знаний физики конденсированного состояния для создания моделей типовых

профессиональных задач и интерпретации полученных результатов с учетом границ применимости моделей.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1

Перечень вопросов для зачета с оценкой по дисциплине

1. Предмет физики конденсированного состояния вещества Классификации конденсированных систем.
2. Атом. Молекула. Энергия (потенциал) ионизации. Энергия сродства. Электроотрицательность атомов.
3. Химическая связь. Ионная, металлическая и ковалентная связи.
4. Ван-дер-ваальсовая и водородная связи.
5. Структура молекул. Химическая формула. Структурная формула. Свободный радикал. Ван-дер-ваальсовы молекулы. Кластер. Кластерные ионы.
6. Внутренняя энергия молекулы. Молекулярные спектры.
7. Упорядоченность конденсированного состояния. Ближний порядок, дальний порядок. Виды упорядочения: координационное, ориентационное и магнитное.
8. Симметрия кристаллов. Точечные и пространственные группы симметрии.
9. Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера-Зейтца.
10. Решетки Браве.
11. Кристаллографические обозначения. Индексы Вейса. Атомная плоскость. Индексы Миллера.
12. Основные типы кристаллических решеток.
13. Дефекты в кристаллах. Точечные дефекты. Линейные дефекты.
14. Механические свойства твердых тел. Деформация растяжения. Закон Гука. Деформация сдвига. Коэффициент Пуассона.
15. Тепловые свойства твердых тел. Понятие о нормальных колебаниях решетки. Характеристическая температура Дебая. Понятие о фононах.
16. Энергия кристаллической решетки твердого тела. Теплоемкость твердого тела. Закон Дебая. Закон Дюлонга и Пти. Теплоемкость металлов.
17. Теплопроводность твердых тел. Механизмы теплопроводности. Теплопроводность диэлектриков. Теплопроводность металлов.
18. Стеклообразное состояние. Стекла.
19. Аморфные вещества. Аморфные металлы.
20. Жидкость, Классификация жидкостей по химическому составу. Классификация жидкостей по физической природе.
21. Простые жидкости, неполярные молекулярные жидкости, полярные жидкости, ассоциированные жидкости, реагирующие жидкости.
22. Ближний порядок в жидкости. Координационная сфера. Радиальная функция распределения частиц.
23. Механизм теплового движения частиц жидкости.
24. Самодиффузия. Закон Фика.

25. Текучесть жидкости. Вязкость. Закон Ньютона. Ньютоновская (вязкая) и неньютоновская жидкости. Сверхтекучесть.
26. Поверхностное натяжение. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Капиллярные явления.
27. Кипение. Фазовая диаграмма воды. Кавитация. Объемное кипение. Поверхностное кипение.
28. Механические свойства жидкостей. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли и следствия из него.
29. Классификация жидкостей по признаку природы сил, действующих между частицами.
30. Решеточные теории жидкого состояния. Дырочные теории жидкостей.
31. Описание реагирующих и ассоциированных жидкостей.
32. Растворы и расплавы.
33. Термодинамика и фазовые переходы. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы. Диаграмма состояния. Тройная точка.

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

Требования к зачету с оценкой

Ответ обучающегося на зачёте с оценкой оценивается в баллах с учетом шкалы соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам.

Шкала оценивания зачета с оценкой.

Критерии оценивания	Баллы
Полные и точные ответы на вопросы 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 с оценкой.	21-30
Полные и точные ответы вопросы. 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 с оценкой.	15-20
Полный и точный ответ на один вопрос. 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.	8-14
неполный и неточный ответ на один вопрос билета и менее.	0-7

Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине.

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

Баллы, полученные магистрантами в течение освоения дисциплины	Оценка по дисциплине
81 – 100	отлично
61 – 80	хорошо
41 – 60	удовлетворительно
0 – 40	неудовлетворительно