

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Наумова Наталья Александровна

Должность: Ректор

Дата подписания: 17.03.2026  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Уникальный программный ключ: «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»

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)

Молекулярная физика (практикум)

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.....                                                    | 8 |

# 1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы<sup>1</sup>

| Код и наименование компетенции                                                                                                                | Этапы формирования                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные. | 1.Работа на учебных занятиях<br>2.Самостоятельная работа |

# 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания<sup>2</sup>

| Оцениваемые компетенции | Уровень сформированности | Этапы формирования                                       | Описание показателей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Критерии оценивания                                         | Шкала оценивания                                                                         |
|-------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-2                   | Пороговый                | 1.Работа на учебных занятиях<br>2.Самостоятельная работа | Знать: методы планирования и осуществления учебного эксперимента, оценки результатов эксперимента, подготовки отчетных материалов в рамках изучаемой дисциплины при работе в группах.<br>Уметь: грамотно планировать и осуществлять учебный эксперимент, проводить оценку его результатов, подготавливать отчетные материалы в рамках изучаемой дисциплины при работе в группах. | домашнее задание, конспект, доклад                          | Шкала оценивания домашнего задания, шкала оценивания конспекта, Шкала оценивания доклада |
|                         | Продвинутый              | 1.Работа на учебных занятиях<br>2.Самостоятельная работа | Знать: методы планирования и осуществления учебного эксперимента, оценки результатов эксперимента, подготовки отчетных материалов в рамках изучаемой дисциплины при работе в группах.<br>Уметь: грамотно планировать и осуществлять учебный эксперимент, проводить оценку его результатов, подготавливать отчетные материалы в рамках изучаемой дисциплины при работе в группах. | домашнее задание, доклад, конспект, практическая подготовка | Шкала оценивания домашнего задания, шкала оценивания конспекта, Шкала оценивания         |

<sup>1</sup> Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

<sup>2</sup> Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

|  |  |  |                                                                                                                        |  |                                                                                |
|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | Владеть: организационно-управленческими навыками при работе в научных группах и других малых коллективах исполнителей. |  | ия<br>доклада<br>Шкала<br>оцениван<br>ия<br>практиче<br>ской<br>подготов<br>ки |
|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------|

## Описание шкал оценивания

### Шкала и критерии оценивания домашних работ

| Уровни оценивания    | Критерии оценивания                              | Баллы |
|----------------------|--------------------------------------------------|-------|
| Высокий (отлично)    | Если студент решил 71-90% от всех домашних работ | 8-10  |
| Оптимальный (хорошо) | Если студент решил 51-70% от всех домашних работ | 5-7   |
| Удовлетворительный   | Если студент решил 31-50% от всех домашних работ | 2-4   |
| Неудовлетворительный | Если студент решил 0-30% от всех домашних работ  | 0-1   |

### Шкала и критерии 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 и критерии оценивания конспекта

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

### Шкала и критерии оценивания практической подготовки

| Уровни оценивания | Критерии оценивания                                     | Баллы |
|-------------------|---------------------------------------------------------|-------|
| Высокий (отлично) | Если студент выполнил 71-90% от всех лабораторных работ | 16-20 |

|                      |                                                         |       |
|----------------------|---------------------------------------------------------|-------|
| Оптимальный (хорошо) | Если студент выполнил 51-70% от всех лабораторных работ | 11-15 |
| Удовлетворительный   | Если студент выполнил 31-50% от всех лабораторных работ | 6-10  |
| Неудовлетворительный | Если студент выполнил 0-30% от всех лабораторных работ  | 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-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.

Знать: методы планирования и осуществления учебного эксперимента, оценки результатов эксперимента, подготовки отчетных материалов в рамках изучаемой дисциплины при работе в группах.

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

Перечень примерных тем конспекта по дисциплине

1. Основные представления молекулярно–кинетической теории газов.
2. Основы термодинамики.
3. Работа и теплота как формы обмена энергией между системами. Первый закон термодинамики.
4. Теплоемкость. Классическая теория и эксперимент. Вывод уравнения адиабаты.
5. Второй закон термодинамики.
6. Распределение скоростей по Максвеллу.
7. Распределение энергии молекул по степеням свободы. Распределение Максвелла–Больцмана.
8. Явление переноса в газах.
9. Реальные газы. Уравнение Ван–дер–Ваальса.
10. Свойства жидкого состояния.
11. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона–Клазиуса.
12. Твердые тела. Жидкие кристаллы (классификация, тепловые свойства, полиморфизм).

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

### Перечень тем докладов по дисциплине

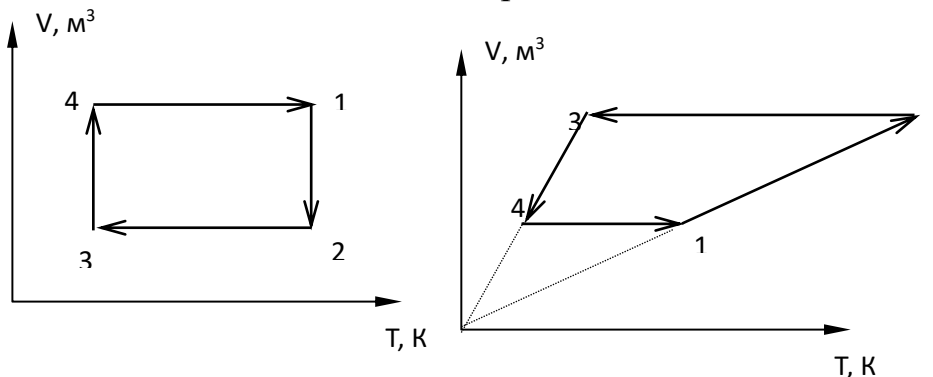
1. Тепловой и динамический расчет двигателя внутреннего сгорания  
Тепловые двигатели.
2. Двигатели Стирлинга. Области применения.
3. Реактивные двигатели и основы работы тепловой машины.
4. Результаты экспериментальной оценки эффективности применения баллистического ракетного топлива в качестве сенсibilизаторов в эмульсионных ВВ.
5. Решение обратных задач теплопроводности для элементов конструкций простой геометрической формы
6. Стохастичность и нелинейность систем. Неравновесность систем. Энтропия.
7. Тепловые, гидравлические и атомные электростанции.
8. Карбюраторные двигатели.
9. Плазма-четвертое состояние вещества.
10. Фазовое равновесие и фазовые превращения.
11. Вечные двигатели.
12. Влияние вращательного и поступательного движения молекул на теплоемкость многоатомных газов.
13. Генератор электроэнергии на броуновском движении.
14. Физическое описание явления фильтрации жидкости.

Уметь: грамотно планировать и осуществлять учебный эксперимент, проводить оценку его результатов, подготавливать отчетные материалы в рамках изучаемой дисциплины при работе в группах.

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

### Перечень заданий домашней работы по дисциплине

1. Провести анализ и изобразить представленные циклы в остальных системах координат.



2. На дне пруда выделился пузырек газа диаметром 4 мм. При подъеме этого пузырька с поверхности воды его диаметр увеличился в 1.1 раза. Найти глубину пруда в данном месте. Атмосферное давление считать нормальным, процесс расширения газа изотермическим.

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

Перечень заданий домашней работы по дисциплине

1. Барометр Торричелли дает неверные показания вследствие присутствия небольшого количества воздуха над столбиком ртути. При давлении 755 мм рт ст барометр показывает 748 мм рт ст, а при 740 мм рт ст он показывает 736 мм рт ст. Найти длину трубки барометра.
2. Поршневой насос при каждом качании захватывает объем  $\nu_0$  воздуха. При откачке этим насосом из сосуда объема  $V$  насос совершил  $n$  качаний. Начальное давление внутри сосуда  $p_0$  и равно атмосферному. Затем другой насос с тем же рабочим объемом  $\nu_0$  начал нагнетать воздух из атмосферы, совершив также  $n$  качаний. Какое давление установится в сосуде?
3. Пылинки, взвешенные в воздухе, имеют массу  $10^{-18}$  г. Во сколько раз уменьшится их концентрация при увеличении высоты на 10 м? Температура воздуха 300 К.

Владеть: организационно-управленческими навыками при работе в научных группах и других малых коллективах исполнителей.

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

Перечень заданий для практической подготовки по дисциплине

1. Собрать экспериментальную установку «Определение температурного коэффициента давления воздуха при различных температурах». 3. Провести измерения давления газа в интервале температур 290–370 К с шагом 5–10 К. Построить экспериментальную зависимость давления газа от температуры.
2. Собрать экспериментальную установку «Определение показателя Пуассона воздуха». Рассчитать среднее значение показателя Пуассона воздуха, вычислить абсолютную погрешность каждого измерения и среднюю абсолютную погрешность.
3. Собрать экспериментальную установку «Определение удельной теплоты перехода воды в пар при температуре кипения». Вычислить значение  $\lambda$  при температуре кипения воды в Дж/кг.
4. Собрать экспериментальную установку «Теплоемкость вещества». Определить теплоемкость различных веществ.

5. Провести мысленный эксперимент «Цикл Карно». Рассчитать работу газа, количество теплоты и КПД идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно.
6. Провести мысленный эксперимент «Распределение молекул газа по скоростям». Изучить закономерности статистического распределения молекул идеального газа по скоростям, определить характерные скорости молекул и проанализировать влияние температуры на вид распределения.
7. Провести мысленный эксперимент «Статистический смысл энтропии». Изучить статистический подход к понятию энтропии, рассчитать термодинамическую вероятность (число микросостояний) и вычислить энтропию идеализированных систем.
8. Собрать экспериментальную установку «Определение коэффициент динамической вязкости воздуха». Определить коэффициент динамической вязкости воздуха  $\eta$  при комнатной температуре.
9. Собрать экспериментальную установку «Определение критической температуры этилового эфира». Определить критическую температуру этилового эфира.
10. Собрать экспериментальную установку «Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом измерения максимального избыточного давления в пузырьках воздуха». Определить коэффициент поверхностного натяжения этилового спирта.
11. Собрать экспериментальную установку «Твердые тела». Определить теплоемкость кристаллов.
12. Собрать экспериментальную установку «Изучение зависимости температуры кипения воды от внешнего давления». Провести измерения температуры кипения воды при различных давлениях.

### Промежуточная аттестация

ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.

Знать: методы планирования и осуществления учебного эксперимента, оценки результатов эксперимента, подготовки отчетных материалов в рамках изучаемой дисциплины при работе в группах.

Уметь: грамотно планировать и осуществлять учебный эксперимент, проводить оценку его результатов, подготавливать отчетные материалы в рамках изучаемой дисциплины при работе в группах.

Владеть: организационно-управленческими навыками при работе в научных группах и других малых коллективах исполнителей.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-2

#### Перечень вопросов для зачета

1. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа.
2. Понятие температуры. Методы ее измерения. Абсолютная температура.
3. Изопроцессы. Газовые законы. Температурный коэффициент давления. Изотермическая сжимаемость. Изотермический модуль объемной упругости.
4. Термодинамическая система. Термодинамическое равновесие. Нулевое начало термодинамики. Внутренняя энергия. Работа и теплота. Первое начало термодинамики.
5. Понятие теплоемкости. Теплоемкость идеальных газов, одно-, двух- и многоатомных газов.
6. Адиабатический процесс. Адиабатная сжимаемость идеального газа. Вывод уравнения адиабаты.
7. Парообразование, сублимация, плавление и кристаллизация. Аморфные тела.
8. Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
9. Политропический процесс. Адиабатная сжимаемость идеального газа.
10. Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Приведенная теплота. Энтропия. Статистическое истолкование второго начала термодинамики. Теорема Нернста.
11. Идеальные тепловые машины. Цикл Карно. Теоремы Карно.
12. Испарение и кипение жидкостей.
13. Диаграмма состояния. Тройная точка.
14. Равновесие жидкости и пара. Насыщенный пар. Перенасыщенный пар и перегретая жидкость.
15. Влажность воздуха.
16. Реальные (неидеальные) газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
17. Приведенное уравнение Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний.
18. Критическая температура. Критическое состояние. Методы определения критических параметров.
19. Жидкость. Свободная поверхность жидкости. Поверхностное натяжение.
20. Капиллярные явления. Формула Лапласа.
21. Растворы. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа. Сверхтекучесть.
22. Средняя длина и среднее время свободного пробега молекул. Диффузия. Диффузия в идеальных газах. Коэффициент диффузии.
23. Теплопроводность. Теплопроводность идеального газа. Коэффициент теплопроводности.
24. Вязкость (внутреннее трение). Вязкость идеального газа. Коэффициент вязкости. Связь между коэффициентами переноса.

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

## Требования к зачету

Сопоставимость рейтинговых показателей студента по разным дисциплинам и Балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов обеспечивается принятием единого механизма оценки знаний студентов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов — это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Максимальный результат, который может быть достигнут студентом по каждому из Блоков рейтинговой оценки – 100 баллов.

В зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по пятибалльной шкале и рейтинговые оценки в баллах.

При получении студентом на зачёте неудовлетворительной оценки в ведомость выставляется рейтинговая оценка в баллах (<40 баллов), соответствующая фактическим знаниям (ответу) студента.

Критерии оценки знаний студентов в рамках каждой учебной дисциплины или групп дисциплин вырабатываются преподавателями согласованно на кафедрах Университета исходя из требований образовательных стандартов.

### Шкала оценивания зачета

| Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                       | Баллы |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Полные и точные ответы на все 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. | 8-20  |
| Ответ на менее половины вопросов.                                                                                                                                                                                                         | 0-7   |

### 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                   |