



Основная профессиональная образовательная программа  
03.03.02 Физика  
(Фундаментальная и прикладная физика)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологий

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

(подпись)

Л.И. Минеев

«31» августа 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Молекулярная физика

Уровень высшего образования:	бакалавриат
Квалификация выпускника:	бакалавр
Направление подготовки:	03.03.02 Физика
Направленность (профиль) образовательной программы:	Фундаментальная и прикладная физика



Основная профессиональная образовательная программа  
03.03.02 Физика  
(Фундаментальная и прикладная физика)

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Молекулярная физика» являются формирование у студентов представлений о физических основах молекулярной физики, термодинамики и кинетики как о теориях, полученных в результате обобщения наблюдений, практического опыта и эксперимента; ознакомление студентов с основными методами наблюдения, измерения и экспериментирования в области молекулярной физики; представление физических основ молекулярной физики, термодинамики и кинетики в адекватной математической форме, обучающей студентов использовать теоретические знания для решения практических задач, как в области физики, так и на междисциплинарных границах физики с другими областями знаний, а также осуществление практической подготовки обучающихся посредством выполнения лабораторных работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

Дисциплина «Молекулярная физика» является второй частью курса общей физики, раскрывающей закономерности физических явлений, возникающих при рассмотрении тел как физических систем, состоящих из огромного числа частиц. Её освоение базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных в результате изучения курсов физики и математики в объёме программы средней школы, дисциплин «Механика», «Высшая математика» и «Введение в физику». Необходимыми условиями освоения дисциплины являются знания основных законов механики, а также умение применять основные методы элементарной математики и математического анализа для решения физических задач. Важным условием успешного овладения экспериментальными методами молекулярной физики являются приобретённые в ходе выполнения лабораторного практикума по дисциплине «Механика» навыки постановки физического эксперимента, сбора, анализа и представления экспериментальных данных, а также знание методов оценки погрешностей измерений физических величин.

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные законы механики и термодинамики; основные методы элементарной математики в объёме школьной программы; методы оценки погрешностей измерений физических величин.

Уметь: на качественном уровне описывать движение частиц вещества в различных агрегатных состояниях; применять знания из различных разделов механики и математики при решении учебных экспериментальных и теоретических задач.

Иметь: практический опыт/Иметь навыки: решения учебных экспериментальных и теоретических задач физики и математики; дифференцирования и интегрирования элементарных функций, постановки физического эксперимента, сбора, анализа и представления экспериментальных данных.

Освоение дисциплины «Молекулярная физика» необходимо как предшествующее при изучении всех последующих дисциплин фундаментальной и прикладной физики, а также отдельных обязательных дисциплин и дисциплин по выбору, таких как, например, «Методика преподавания физики», «Научные и методологические основы физических задач»; для прохождения учебной и производственной практик.

## **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

### **3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

а) универсальные (УК):



Основная профессиональная образовательная программа  
03.03.02 Физика  
(Фундаментальная и прикладная физика)

б) общепрофессиональные (ОПК):

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

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

в) профессиональные (ПК):

**3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения формируемых компетенций**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

основные понятия статистической физики и термодинамики (ОПК-1); законы термодинамики (ОПК-1); основные сведения из теории вероятностей (ОПК-1); понятие энтропии (ОПК-1); понятие температуры (ОПК-1); цикл Карно (ОПК-1); основные термодинамические потенциалы (ОПК-1); отличительные черты кристаллического состояния вещества (ОПК-1); классификацию кристаллов (ОПК-1); физические типы кристаллических решёток (ОПК-1); классификацию дефектов в кристаллах (ОПК-1); молекулярное строение жидкостей (ОПК-1); основные виды фазовых превращений (ОПК-1); типы явлений переноса (ОПК-1).

Уметь:

применять первое начало термодинамики к различным процессам (ОПК-1); применять уравнение состояния идеального газа (ОПК-1); рассчитывать давление идеального газа (ОПК-1); применять распределение Максвелла к расчёту характерных скоростей молекул идеального газа (ОПК-1); рассчитывать КПД цикла Карно (ОПК-1); определять давление под изогнутой поверхностью жидкости и высоту поднятия жидкости в капилляре (ОПК-1); рассчитывать тепловые эффекты при фазовых переходах (ОПК-1); вычислять коэффициенты переноса (ОПК-1).

Иметь практический опыт/Иметь навыки:

применения законов термодинамики к решению учебных экспериментальных и теоретических задач (ОПК-1); методами обработки экспериментальных данных и оценки погрешностей прямых и косвенных измерений (ОПК-2); методами математического анализа и теории вероятностей применительно к задачам статистической физики (ОПК-1).

**4. Объем и содержание дисциплины**

Объем дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 академических часа), в т.ч. практическая подготовка (ПП) – 68 академических часов в очной форме.

**4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа**

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем (в ак. часах, по очной форме обучения)		Формы текущего контроля успеваемости (по очной форме обучения)
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Формы промежуточной аттестации
1.	Предварительные сведения	2	6	8 семинар 12 лабор. занятие	Письменный опрос, отчёт, решение задач
2.	Статистическая физика	2	6	8 семинар 12 лабор.	Письменный опрос, отчёт, решение задач, контрольная работа



Основная профессиональная образовательная программа  
03.03.02 Физика  
(Фундаментальная и прикладная физика)

				занятие	
3.	Термодинамика	2	6	6 семинар 12 лабор. занятие	Письменный опрос, отчёт, решение задач, контрольная работа, контрольная работа
4.	Кристаллическое состояние	2	4	2 семинар 8 лабор. занятие	Письменный опрос, отчёт, решение задач
5.	Жидкое состояние	2	4	2 семинар 8 лабор. занятие	Письменный опрос, отчёт, решение задач
6.	Фазовые равновесия и превращения	2	4	4 семинар 8 лабор. занятие	Письменный опрос, отчёт, решение задач
7.	Физическая кинетика	2	4	4 семинар 8 лабор. занятие	Письменный опрос, отчёт, решение задач, контрольная работа
Итого по дисциплине:			34	102	Зачет, экзамен

#### 4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

##### Предварительные сведения

Статистическая физика и термодинамика. Масса и размеры молекул. Состояние системы. Процесс. Внутренняя энергия системы. Первое начало термодинамики. Работа, совершаемая телом при изменении объёма. Температура. Уравнение состояния идеального газа. Внутренняя энергия и теплоёмкость идеального газа. Политропические процессы. Работа, совершаемая газом при различных процессах. Ван-дер-ваальсовский газ. Барометрическая формула.

##### Статистическая физика

Некоторые сведения из теории вероятностей. Характер теплового движения молекул. Число ударов молекул о стенку. Давление газа на стенку. Средняя энергия молекул. Распределение Максвелла. Экспериментальная проверка закона распределения Максвелла. Распределение Больцмана. Определение Перреном числа Авогадро. Макро- и микросостояния. Статистический вес. Энтропия.

##### Термодинамика

Основные законы термодинамики. Цикл Карно. Термодинамическая шкала температур. Примеры на вычисление энтропии. Некоторые применения энтропии. Термодинамические потенциалы.

##### Кристаллическое состояние

Отличительные черты кристаллического состояния. Классификация кристаллов. Физические типы кристаллических решёток. Дефекты в кристаллах. Теплоёмкость кристаллов.

##### Жидкое состояние

Строение жидкостей. Поверхностное натяжение. Давление под изогнутой поверхностью жидкости. Явления на границе жидкости и твёрдого тела. Капиллярные явления.

##### Фазовые равновесия и превращения

Испарение и конденсация. Равновесие жидкости и насыщенного пара. Критическое состояние. Пересыщенный пар и перегретая жидкость. Плавление и кристаллизация. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Тройная точка. Диаграмма состояния.

##### Физическая кинетика



Основная профессиональная образовательная программа  
03.03.02 Физика  
(Фундаментальная и прикладная физика)

---

Явления переноса. Средняя длина свободного пробега. Диффузия в газах. Теплопроводность газов. Вязкость газов. Ультразреженные газы. Эффузия.

### **5. Образовательные технологии**

Образовательные технологии: проблемного обучения, технология развития критического мышления.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: технологии смешанного обучения, мультимедиа технологии, технологии визуализации – презентационная графика.

### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа студентов организуется в формах решения учебных задач, подготовки письменных отчётов о выполнении работ лабораторного практикума, подготовки ответов на теоретические вопросы, сопровождающие письменные отчеты о выполнении лабораторных работ.

Учебные задачи представлены в «Сборнике задач по общему курсу физики» под редакцией Д.В. Сивухина, доступном в необходимом количестве на абонементе учебной литературы научной библиотеки ИвГУ.

Методические указания к выполнению работ лабораторного практикума доступны на абонементе учебной литературы научной библиотеки ИвГУ и в лаборатории молекулярной физики (кабинет № 324 первого учебного корпуса).

Полностью весь методический материал по обеспечению самостоятельной работы студентов приводится в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

### **7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Оценочные средства для проведения входного, текущего и итогового контроля: контрольные работы, письменный опрос, проверка домашних работ, проверка и защита отчётов о выполнении работ лабораторного практикума.

Контрольные работы проводятся в письменной форме по завершении изучения второго, третьего и седьмого разделов курса. Студентам предлагается в течение двух академических часов решить несколько учебных задач, правильное выполнение каждой из которых оценивается в один балл. Контрольная работа считается зачтённой в случае, если студент набрал более половины от максимально возможного количества баллов, предусмотренного при выполнении данной контрольной работы.

В начале каждого семинарского занятия проводится письменный опрос по материалу, изложенному на предшествующей данному занятию лекции. Студентам предлагается в течение пяти минут кратко ответить на два теоретических вопроса. Задание считается выполненным, если студент ответил хотя бы на один из двух предложенных вопросов.

Проверка тетрадей с решениями домашних заданий производится на каждом семинарском занятии. Домашнее задание считается выполненным, если студент решил более половины предложенных задач.

Защита отчётов о выполнении работ лабораторного практикума производится на каждом занятии лабораторного практикума. Студент должен представить письменный отчёт о проделанной работе, содержащий краткое теоретическое введение, описание экспериментальной установки и методики проведения эксперимента, результаты измерений, необходимые расчёты и графики, интерпретацию полученных результатов и выводы, соотнесённые с целью работы и полученными результатами. Работа считается зачтённой, если студент обнаружил знания по двум из трёх теоретических вопросов перечня вопросов к лабораторным работам.



Основная профессиональная образовательная программа  
03.03.02 Физика  
(Фундаментальная и прикладная физика)

При проведении зачёта используется накопительная форма оценки. Зачёт ставится при условии успешного выполнения двух контрольных работ и защиты всех работ лабораторного практикума.

Экзамен проводится в смешанной письменно-устной форме. Студенту предлагается три экзаменационных вопроса: два теоретических вопроса и одна задача. Студент получает отметку «удовлетворительно», если владеет понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, обнаруживает знания основных законов и формул механики (неполные ответы на теоретические вопросы). Студент получает отметку «хорошо», если владеет понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, обнаруживает знания основных законов и формул механики, применяет знания при решении учебных задач (неполные ответы на теоретические вопросы и решение задачи). Студент получает отметку «отлично», если владеет понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, обнаруживает знания основных законов и формул механики, применяет знания при решении учебных задач (полные ответы на теоретические вопросы и решение задачи).

#### **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Основная литература:

1. Савельев, И.В. Курс общей физики / И.В. Савельев. - Изд. 4-е, перераб. - Москва: Наука, 1970. - Т. 1. Механика, колебания и волны, молекулярная физика. - 505 с.: ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477374>

2. Гинзбург, В.Л. и др. Сборник задач по общему курсу физики. Термодинамика и молекулярная физика / под ред. Д.В. Сивухина. – Изд. 4-е, перераб. и дополненное. – Москва: Наука, 1976. – 203 с.: ил.

Дополнительная литература:

1. Путилов, К.А. Курс физики / К.А. Путилов. - 11-е изд. - Москва: Гос. изд-во физико-математической лит., 1963. - Т. 1. Механика. Акустика. Молекулярная физика. Термодинамика. - 560 с. - ISBN 978-5-4458-4352-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213661>

2. Фриш, С.Э. Курс общей физики / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. - 11-е изд., стереотип. - Москва: Гос. изд-во физико-математической лит., 1962. - Т. 1. Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны. - 466 с. - ISBN 978-5-4458-4367-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222257>

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет» <https://uni.ivanovo.ac.ru>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru);  
<http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/ebs-universitetskaya-biblioteka>

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/elibnew>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и Yandex Browser.

#### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории:

- для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;

- для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения;



Основная профессиональная образовательная программа  
03.03.02 Физика  
(Фундаментальная и прикладная физика)

---

Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации: модели, макеты, демонстрационные устройства; электронные пособия (презентации), аудиовизуальные пособия (учебные кинофильмы).



Основная профессиональная образовательная программа  
03.03.02 Физика  
(Фундаментальная и прикладная физика)

---

**Автор рабочей программы дисциплины** доцент, канд. техн. наук А.Г. Железнов

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной физики и нанотехнологий « 31 » августа 2023 г., протокол № 1

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Согласовано:

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Л.И. Минеев  
(подпись)

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Согласовано:

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Л.И. Минеев  
(подпись)

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Согласовано:

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Л.И. Минеев  
(подпись)