

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Физико-технического факультет
Кафедра общей физики и дидактики физики

УТВЕРЖДАЮ
проректор

_____ П. А. Машаров
«17» апреля 2025 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	03.03.02 Физика
Направленность (профиль) образовательной программы	Техническая физика беспилотных систем
Специализация	
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа может быть адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Молекулярная физика»** для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль: Техническая физика беспилотных систем), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № 891 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2025 года.

Разработчик:

доцент кафедры общей физики и
дидактики физики,
канд. физ.-мат. наук

А. В. Безус

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры общей физики и дидактики
физики
Протокол от 31.03.2025 г. № 10.

Заведующий кафедрой

А. В. Безус

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета
16.04.2025 г.

С. А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета
Протокол от 16.04.2025 г. № 4.
Председатель

В.Н. Котенко

Руководитель основной образовательной программы,
доц., канд. физ.-мат. наук, ст. научн. сотр.
03.04.2025 г.

П. В. Асланов

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

базовая подготовка по физике в объеме программы средней школы;

дисциплины программы бакалавриата: Русский язык и культура речи, Элементарная математика, Элементарная физика, Механика, Аналитическая геометрия и линейная алгебра. Математический анализ, Физический практикум.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Физический практикум, Колебания и волны, оптика, Теоретическая механика, Квантовая механика, Теория колебаний, Физика сплошных сред. Учебная практика: ознакомительная, Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы), Производственная практика: научно-исследовательская работа, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.03.02 Физика (Профиль: Техническая физика беспилотных систем)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М1.8 Молекулярная физика
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	5 / 180

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контактная	всего	
Очная	1	2	34	34	17	95	180	Экзамен
Очная, всего	1	2	34	34	17	95	180	Экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Сформировать у студентов представления о наиболее общих свойствах и явлениях внешнего мира; современного естественнонаучного мировоззрения современного стиля естественнонаучного мышления; навыки экспериментальной работы и умение решать задачи по этому разделу; изучение законов окружающего мира и их взаимосвязи; выяснение границ применимости физических моделей и теорий. Изучение студентами основных понятий, определений и законов молекулярной физики и основ термодинамики; формирование у студента способности применять знания, получаемые при изучении курса,

к решению практических физических задач; обучение студентов самостоятельной работе с учебной литературой; подготовка студентов к изучению специальных курсов физики и курсов теоретической физики для проведения профессиональной деятельности в области преподавания физики.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности.	ОПК-1.3. Способен применять математические и/или физические методы решения задач профессиональной деятельности.	Обладает достаточными знаниями в области физических наук, необходимыми при проведении научно-исследовательских работ по профилю подготовки. Умеет применять знания по математике для решения задач физики. Знает структуру задач разного вида и разные подходы к решению задач; Умеет решать физические задачи и использовать решения для углубленного понимания законов физики.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Основы молекулярно-кинетической теории.	
1. Понятия и определения молекулярной физики.	1.1. Молекулярно-кинетическая теория. Термодинамика. Термодинамическая система. Температура и единицы температуры. Давление и единицы давления. Объём и единицы объёма. Количество вещества и единица измерения количества вещества. Молярная масса. Уравнение состояния термодинамической системы.
2. Основы МКТ.	2.1 Основные положения молекулярно-кинетической теории. Задача молекулярной физики. Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
3. Столкновения молекул и явления переноса.	5.1. Средняя длина свободного пробега молекул. Эффективным диаметр и сечение молекулы. 5.2. Диффузия. Закон Фика. Вычисление коэффициента диффузии в газах. Диффузия в твердых телах. 5.3. Вязкость. Закон вязкого течения Ньютона. Вычисление коэффициента вязкости. 5.4. Теплопроводность. Вычисление коэффициента теплопроводности газов. Теплопроводность твердых тел.
Раздел 2. Основные законы термодинамики.	
4. Первый закон термодинамики.	6.1. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия тела. Работа в термодинамических процессах. Количество теплоты. Теплоемкость. 6.2. Изопроцессы. Изотермический процесс. Изохорический процесс. Изобарический процесс. Адиабатический процесс. Политропический (политропный) процесс. 6.3 Изменение температуры атмосферы с высотой. Распространение звука в газах.
5. Второй закон термодинамики.	7.1. Второе начало термодинамики. Тепловые машины. КПД тепловых машин. Цикл Карно. 7.2 Теорема Клаузиуса. Энтропия. Неравенство Клаузиуса. Закон возрастания энтропии. 7.3 Цикл Карно в переменных T, S . Примеры, иллюстрирующие II начало термодинамики. Процесс теплообмена. Расширение идеального газа в пустоту. Приращение энтропии при смешивании газов. Парадокс Гиббса.

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
	7.4. Статистическое истолкование второго начала термодинамики. Отрицательные температуры.
Раздел 3. Реальные газы и жидкости.	
6. Уравнение Ван-дер-Ваальса.	8.1. Уравнение Ван-дер-Ваальса. 8.2. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критические параметры. Закон соответственных состояний. 8.3 Испарение и конденсация. Внутренняя энергия реального газа. 8.4 Эффект Джоуля-Томсона. Методы получения низких температур и сжижение газов.
7. Молекулярные явления в жидкостях.	9.1. Строение жидкостей. Ближний порядок в жидкостях. Функция радиального распределения. 9.2. Поверхностное натяжение. Давление под изогнутой поверхностью жидкости. Явления на границе твердого тела и жидкости. Капиллярные явления.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – _1_, семестр – _2_

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Прак т.	СРС	Всего
Раздел 1. Основы молекулярно-кинетической теории.	10	10	6	23	60
Раздел 2. Основные законы термодинамики.	13	13	6	19	58
Раздел 3. Реальные газы и жидкости.	11	11	5	20,5	58
Экзамен				3,5	3,5
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34	34	17	95	180
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	34	34	17	95	180

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1. Основы молекулярно-кинетической теории

1. Определения и понятия молекулярной физики.
2. Основные положения молекулярно-кинетической теории.
3. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
4. Средняя длина свободного пробега молекул.
5. Вычисление коэффициента диффузии в газах.
6. Диффузия в твердых телах.
7. Вычисление коэффициента вязкости.
8. Вычисление коэффициента теплопроводности газов.
9. Теплопроводность твердых тел.

Раздел 2. Основные законы термодинамики.

1. Первое начало термодинамики.
2. Внутренняя энергия тела.
3. Работа в термодинамических процессах.
4. Количество теплоты.
5. Теплоемкость.
6. Изотермический процесс.
7. Изохорический процесс.

8. Изобарический процесс.
 9. Адиабатический процесс.
 10. Политропический процесс.
 11. Изменение температуры атмосферы с высотой.
 12. Распространение звука в газах.
 13. Второе начало термодинамики.
 14. Тепловые машины. КПД тепловых машин.
 15. Цикл Карно.
 16. Теорема Клаузиуса. Энтропия.
 17. Неравенство Клаузиуса.
 18. Закон возрастания энтропии.
 19. Процесс теплообмена, как пример, иллюстрирующий II начало термодинамики.
 20. Расширение идеального газа в пустоту, как пример, иллюстрирующий II начало термодинамики.
 21. Энтропия смеси газов. Парадокс Гиббса.
 22. Цикл Карно в переменных TS .
 23. Статистическое истолкование второго начала термодинамики.
 24. Отрицательные температуры.
- Раздел 3. Реальные газы и жидкости.
1. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
 2. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критические параметры.
 3. Закон соответственных состояний.
 4. Испарение и конденсация.
 5. Внутренняя энергия реального газа.
 6. Эффект Джоуля – Томсона.
 7. Методы получения низких температур и сжижение газов.
 8. Строение жидкостей.
 9. Поверхностное натяжение.
 10. Давление под изогнутой поверхностью жидкости.
 11. Явления на границе твердого тела и жидкости.
 12. Капиллярные явления.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

7.3. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
2. Функция распределения молекул по компонентам скоростей.
3. Давление под изогнутой поверхностью жидкости.

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже.

Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Самостоятельная работа оценивается на основе предоставленных на проверку выполненных домашних, индивидуальных заданий с учетом своевременности их предоставления и соответствия требованиям к их выполнению.

Количество баллов за контрольную работу вычисляется как сумма баллов за все входящие в её состав задания. Каждое задание оценивается исходя из максимально возможного количества баллов с учетом правильности выполнения задания, полноты приводимых обоснований.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кто претендует на более высокий балл, проходят промежуточную аттестацию. Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации – 100. Общее количество баллов за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на промежуточной аттестации и выставляется согласно принятому порядку.

8.1. Форма обучения – очная, Семестр 2

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-4	Организационно-учебная работа в аудитории	10
	Самостоятельная работа	20
	Контрольные работы по практике	
	Контрольная работа по теоретическому материалу	30
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4-м учебном корпусе (г. Донецк, пр. Театральный, д. 13). Для проведения лекционных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с

использованием Wi-Fi.

Для выполнения лабораторных работ требуется лаборатории со специализированным оборудованием, которое отвечает современным требованиям цифрового образования: имеет в наличии большое количество различных типов датчиков, которые подключаются к ноутбуку (планшету) и позволяют осуществлять сбор экспериментальных данных, графический анализ данных, решение математических уравнений, обработку экспериментальных данных.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете кафедры общей физики и дидактики физики (ауд. 220).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 10.1. Основная литература
 1. Малюк Н.Г. Молекулярная физика и термодинамика. Курс лекций. ДонНУ, 2019. – 144 с.
 2. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. II. - Термодинамика и молекулярная физика / Д. В. Сивухин. - М.: Наука, 1990. - 591 с.
- 10.2. Дополнительная литература
 3. Матвеев А. Н. Молекулярная физика / А. Н. Матвеев. - М.: Высшая школа, 1987.- 360 с.
 4. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 1. - Механика. Молекулярная физика / И.В. Савельев. - М.: Наука, 1987. - 511 с.
 5. Кикоин А. К. Молекулярная физика / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. - СПб.: Лань; М., 2007. - 480 с.
 6. Иродов И. Е. Задачи по общей физике / И. Е. Иродов. - М.: Наука, 1988. - 416 с.

11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).