

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт фундаментальной медицины и биологии



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д. А. Таюрский



01 » июня 2021 г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Основы молекулярной физики

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: Биология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Савинков А.В. (Кафедра физики молекулярных систем, Отделение физики), Andrey.Savinkov@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен осваивать и использовать знания биологических понятий, законов и явлений для выполнения отдельных заданий в рамках решения исследовательских задач в области биологии

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- физические основы явлений, связанных с атомарно-корпускулярным строением вещества;
- физические основы явлений в области тепловых процессов, явлений переноса, фазовых переходов;
- основные законы термодинамики, методы термодинамического и статистического описания многочастичных систем;

Должен уметь:

- применять статистические и термодинамические методы к описанию явлений, связанных с атомарно-корпускулярным строением вещества;
- устанавливать взаимосвязь молекулярных явлений с другими разделами физики;
- использовать современные образовательные и информационные технологии для приобретения новых знаний;

Должен владеть:

- навыками расчетов в рамках термодинамического и статистического методов описания свойств многочастичных систем;
- навыками работы с учебной и научной литературой.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- к решению задач, связанных с атомарно-корпускулярным строением вещества;
- работать с современными образовательными и информационными технологиями.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.09.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.03.01 "Биология (Биология)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 2 курсе в 4 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 32 часа(ов), в том числе лекции - 8 часа(ов), практические занятия - 16 часа(ов), лабораторные работы - 8 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 40 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 4 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение в молекулярную физику. Статистический метод.	4	2	0	4	0	0	0	10
2.	Тема 2. Термодинамика	4	2	0	4	0	2	0	10
3.	Тема 3. Газы с межмолекулярным взаимодействием	4	2	0	4	0	2	0	10
4.	Тема 4. Процессы переноса	4	2	0	4	0	4	0	10
	Итого		8	0	16	0	8	0	40

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Введение в молекулярную физику. Статистический метод.

Предмет и задачи молекулярной физики. Методы описания физических систем многих частиц. Элементарные понятия теории вероятности: случайные события, случайные величины, вероятность, плотность вероятности, дисперсия, вычисление среднего, функция распределения. Микроскопическое и макроскопическое состояние системы. Постулат равновероятности и эргодическая гипотеза. Вероятность макросостояния. Биноминальное распределение. Распределение Максвелла молекул по скоростям. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.

##### Тема 2. Термодинамика

Давление и температура газов. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Закон Дальтона. Первое начало термодинамики. Работа, теплота и внутренняя энергия. Обратимые и необратимые процессы. Теплоемкость. Процессы в идеальных газах. Энтропия. Циклические процессы. Работа цикла. КПД. Цикл Карно. Второе начало термодинамики. Первая и вторая теорема Карно.

##### Тема 3. Газы с межмолекулярным взаимодействием

Идеальный газ и реальные газы. Силы взаимодействия между молекулами в газе. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциал Ленарда-Джонса. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса. Изотермы уравнения Ван-дер-Ваальса. Отклонение свойств газов от идеального. Критические параметры и критическое состояние вещества. Метастабильные состояния. Переход из газообразного состояния в жидкое. Фазовая диаграмма газа Ван-дер-Ваальса. Уравнение Клапейрова-Клаузиуса. Свойства жидкостей. Структура жидкостей. Парная функция распределения. Поверхностное натяжение. Давление под искривленной поверхностью. Капиллярные явления. Давление насыщенных паров под искривленной поверхностью.

##### Тема 4. Процессы переноса

Виды процессов переноса. Кинематические характеристики молекулярного движения. Процессы столкновения в газах. Средняя длина свободного пробега. Поперечное сечение столкновений в модели твердых сфер. Основное уравнение переноса. Теплопроводность. Диффузия. Вязкость.....

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

### 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Курс видеолекций по термодинамике и молекулярной физике - <http://lectoriy.mipt.ru/course/Physics-Thermodynamics-09L>

Лекции по физике. Молекулярная физика и термодинамика - <https://studfiles.net/preview/882527/>

Мир знаний. Термодинамика. - <http://mirznanii.com/a/321028/termodinamika>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	При подготовке лекционному занятию следует разобрать материал предыдущих лекционных занятий. Студенты могут получить дополнительную информацию по вопросам, вызывающим затруднения, из рекомендованной основной и дополнительной литературы, а также на интернет-ресурсах, кроме того, студенты могут получить дополнительную информацию на индивидуальных консультациях с преподавателем.
практические занятия	При подготовке практическим занятиям следует повторно разобрать задания, которые были разобраны на семинарских занятиях. Перечень тем практических занятий разрабатывается преподавателем, ведущим дисциплину. Практические задания составляются таким образом, что охватывают основные аспекты изучаемой дисциплины. Тематика каждого практического занятия озвучивается преподавателем на лекционном занятии.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	При подготовке лабораторным работам следует разобрать практические задания, которые были разобраны на семинарских занятиях. Также необходимо разобрать материал лекционных занятий, относящихся к тематике лабораторной работы. Перечень тем лабораторных работ разрабатывается преподавателем, ведущим дисциплину. Задания по лабораторным работам составляются таким образом, что охватывают основные аспекты изучаемой дисциплины.
самостоятельная работа	При подготовке к самостоятельной работе следует повторно разобрать задания, которые были разобраны на семинарских занятиях. Студенты могут получить дополнительную информацию по вопросам, вызывающим затруднения при подготовке к самостоятельной работе, на индивидуальных консультациях с преподавателем. Перечень тем самостоятельных работ разрабатывается преподавателем, ведущим дисциплину. Самостоятельных работы составляются таким образом, что охватывают основные аспекты изучаемой дисциплины. Тематика каждой самостоятельной работы озвучивается преподавателем на семинарском занятии.
зачет	Методические указания по подготовке к зачету: - самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов) дисциплины с использованием учебника, первоисточника, дополнительной литературы; - подготовка кратких тезисов и выписок изучаемого материала; - конспектирование наиболее важной информации из учебной и научной литературы по изучаемой теме; - составление таблиц и логических схем для систематизации учебного материала; - использовать ресурсы сети internet для поиска и уточнения дополнительной информации; - заучивание и запоминание, повторение учебного материала и т.д. Студенты могут получить дополнительную информацию по вопросам, вызывающим затруднения при подготовке к зачету, на индивидуальных консультациях с преподавателем. Перечень вопросов к зачету разрабатывается преподавателем, ведущим дисциплину. Вопросы к зачету составляются таким образом, что охватывают основные аспекты изучаемой дисциплины.

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

**12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 06.03.01 "Биология" и профилю подготовки "Биология".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: Биология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

#### Основная литература:

1. Кикоин, А.К. Молекулярная физика [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.К. Кикоин, И.К. Кикоин. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2008. ? 480 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/185>
2. Миронова, Г.А. Молекулярная физика и термодинамика в вопросах и задачах [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.А. Миронова, Н.Н. Брандт, А.М. Салецкий. ? Санкт-Петербург : Лань, 2012. ? 480 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/3718>
3. Экспериментальные задачи общего физического практикума по молекулярной физике и термодинамике. Процессы переноса. Жидкости и твердые тела [Текст: электронный ресурс] : методическое пособие / Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф. общ. физики ; [сост.] Р. М. Ерёмкина, А. И. Скворцов, А. А. Мутыгуллина, О. Б. Салихова, Д. С. Блохин. ? Электронные данные (1 файл: 0,83 Мб) .? (Казань : Казанский федеральный университет, 2015) .? Загл. с экрана .? Для 1-го, 2-го, 3-го и 4-го семестров.  
[http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06\\_40\\_A5-000962.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_40_A5-000962.pdf)

#### Дополнительная литература:

1. Кузнецов, С.И. Курс физики с примерами решения задач. Часть I. Механика. Молекулярная физика. Термодинамика [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.И. Кузнецов. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2014. ? 464 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/42189>
2. Аксенова, Е.Н. Общая физика. Термодинамика и молекулярная физика (главы курса) [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Н. Аксенова. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2018. ? 72 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103058>
3. Методическое пособие к семинарским занятиям по теме "Термодинамические методы в молекулярной физике" [Текст: электронный ресурс] / [Р. М. Еремкина, А. А. Мутыгуллина] ; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики. ? Электронные данные (1 файл: 0,42 Мб) .? (Казань : Казанский федеральный университет, 2014) .  
[http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06\\_040\\_A5-000707.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_040_A5-000707.pdf)



**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: Биология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.