

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Университет «Дубна»  
(государственный университет «Дубна»)

Филиал «Протвино»  
Кафедра «Общеобразовательные дисциплины»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор

\_\_\_\_\_ /Евсиков А.А./  
*подпись* *Фамилия И.О.*

« 30 » июня 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Молекулярная физика и термодинамика**

*наименование дисциплины (модуля)*

Направление подготовки (специальность)

**03.03.02 Физика**

*код и наименование направления подготовки (специальности)*

Уровень высшего образования

**бакалавриат**

*бакалавриат, магистратура, специалитет*

Направленность (профиль) программы (специализация)

**«Медицинская физика»**

Форма обучения

**очная**

*очная, очно-заочная, заочная*

Протвино, 2023

Преподаватель:

Масликов А.А., к.ф.-м.н., доцент, кафедра общеобразовательных дисциплин \_\_\_\_\_  
*Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись*

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) высшего образования

03.03.02 Физика

---

*(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Программа рассмотрена на заседании кафедры общеобразовательных дисциплин  
*(название кафедры)*

Протокол заседания №3 от « 29 » июня 2023 г.

Заведующий кафедрой профессор \_\_\_\_\_ Сытин А. Н.  
*(Фамилия И.О., подпись)*

СОГЛАСОВАНО

И.о. заведующего выпускающей кафедрой профессор \_\_\_\_\_ Ющенко О.П.  
*(Фамилия И.О., подпись)*

« 29 » 06 \_\_\_\_\_ 2023 г.

Эксперт (рецензент):

\_\_\_\_\_  
*(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность; если текст рецензии не прикладывается – подпись эксперта (рецензента), заверенная по месту работы)*

## Оглавление

1 Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2 Место дисциплины в структуре ОПОП.....	4
3 Планируемые результаты обучения по дисциплине.....	5
4 Объем дисциплины .....	6
5. Содержание дисциплины .....	7
6 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине.....	9
7 Фонды оценочных средств по дисциплине .....	9
8 Ресурсное обеспечение .....	10
Приложение к рабочей программе дисциплины .....	13

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Молекулярная физика и термодинамика» имеет целью сформировать у обучающихся профессиональную ОПК-1 компетенцию в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 03.03.02 «Физика» с учетом направленности бакалаврской программы – «Медицинская физика».

Целью дисциплины является формирование у студентов знаний по второму из разделов общей физики – «Молекулярной физики и термодинамике»; включая теоретические основы, основные понятия, законы и модели молекулярной физики и термодинамики, методы теоретических и экспериментальных исследований в физике в объеме, необходимом для применения в других физических курсах, например, в «Механике сплошных сред», «Физике конденсированного состояния», «Термодинамике и статистической физике».

При реализации цели предусматривается решение следующих задач:

- изучение основных физических явлений молекулярной физики и термодинамики;
- овладение фундаментальными понятиями, законами, теориями молекулярной физики и термодинамики;
- овладение методами физических исследований;
- овладение приемами решения конкретных физических задач молекулярной физики и термодинамики;
- ознакомление с современной научной аппаратурой;
- формирование навыков проведения физического эксперимента;
- развитие умения выделять конкретное физическое содержание в фундаментальных и прикладных задачах в будущей деятельности.

Областями профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются:

- атомная промышленность (в сфере обеспечения жизненного цикла (исследование, проектирование и разработка современного уникального оборудования, производство, наладка, эксплуатация) оборудования ускорительных комплексов как медицинского назначения, так и используемых для проведения исследований в области физики высоких энергий, физических установок, в том числе, медицинского назначения для обеспечения эффективного и безопасного развития атомной отрасли);
- сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации, управления результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью производства современного оборудования, обеспечивающего совершенствование ядерно-энергетических технологий).

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Молекулярная физика и термодинамика» относится к основной части блока дисциплин, модуль «Математика» Б1.О.11.02

Дисциплина преподается во II семестре I курса.

Приступая к изучению дисциплины «Молекулярная физика и термодинамика», студент имеет знания и навыки по дисциплинам: «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Механика».

К началу изучения дисциплины студенты должны:

- иметь сформированные представления о роли и месте физики в современной научной картине мира; понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений; понимание роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- владеть основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями

- ми; уверенно пользоваться физической терминологию и символику;
- владеть основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдение, описание, измерение, эксперимент; уметь обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
  - уметь решать физические задачи;
  - уметь применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни;
  - уметь сформировать собственную позицию по отношению к физической информации, получаемой из разных источников;
  - иметь сформированную систему знаний об общих физических закономерностях, законах, теориях, представлений о действии во Вселенной физических законов, открытых в земных условиях;
  - уметь исследовать и анализировать разнообразные физические явления и свойства объектов, объяснять принципы работы и характеристики приборов и устройств, объяснять связь основных космических объектов с геофизическими явлениями;
  - владеть умениями выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования;
  - владеть методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, описания и анализа полученной измерительной информации, определения достоверности полученного результата;
  - уметь прогнозировать, анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности.

После освоения курса студент будет подготовлен к изучению следующих дисциплин модуля «Общая физика», а также дисциплин из модуля «Теоретическая физика».

### 3 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Формируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и формулировка)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p><i>ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.</i></p>	<p>ОПК-1.1. Применяет математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения научно-исследовательских задач.</p>	<p>Знать современные проблемы и новейшие достижения физики и медицины, современные достижения науки и передовой технологии.</p>
		<p>Уметь использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности</p>
		<p>Уметь использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе</p> <p>Знать философские основы естествознания, основные этапы и закономерности исторического развития и основы методологии физики</p>

	ОПК-1.2. Применяет системы и методы теоретических оценок и расчетов для экспериментов на ускорителях, реакторах и других ядерно-физических установок	Знать основные источники и методы получения профессиональной информации, направления научных исследований, лежащих в основе выполняемого физического эксперимента
		Знать физические и математические модели для теоретического и экспериментального исследования закономерностей в области физики и медицины
	ОПК-1.3. Выявляет закономерности физических процессов, лежащих в основе выполняемого физического эксперимента и приборов, используя базовые знания.	Уметь сформулирует конкретную физическую задачу, выбрать метод реализации эксперимента для получения конкурентноспособных результатов

#### **4 Объем дисциплины**

Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетные единицы, всего 144 часа, из которых:

**85 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем<sup>1</sup>:**

34 часа – лекционные занятия;

51 час – практические занятия.

**45 часов – мероприятия промежуточной аттестации (экзамен),**

**14 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.**

<sup>1</sup> Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

**5. Содержание дисциплины**  
 \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_ форма обучения

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (академ. часы)	в том числе:						Самостоятельная работа обучающегося	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <sup>2</sup>							
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	КРП*	...	Всего		
<b>II семестр</b>									
<b>1. Основания молекулярной физики.</b>	5	2	3				5	1	
<b>2. Модель идеального газа.</b>	5	2	3				5	1	
<b>3. Начала термодинамики.</b>	7.5	3	4.5				7	1	
<b>4. Термодинамические процессы.</b>	7.5	3	4.5				7	1	
<b>5. Теория термодинамических потенциалов.</b>	10	4	6				9	1	
<b>6. Описание реальных газов.</b>	10	4	6				10	2	
<b>7. Основы молекулярно кинетической теории.</b>	10	4	6				9	1	
<b>8. Статистические характеристики движения молекул.</b>	10	4	6				14	2	
<b>9. Третье начало термодинамики.</b>	5	2	3				5	1	
<b>10. Фазовые превращения.</b>	10	4	6				10	2	
<b>11. Физическая кинетика.</b>	5	2	3					1	
Промежуточная аттестация: - экзамен	45 <sup>3</sup>	X							
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>130</b>	<b>34</b>	<b>51</b>				<b>144</b>	<b>14</b>	

\*КРП - часы контактной работы на курсовую работу (проект) по дисциплине. Часы относятся к внеаудиторной контактной работе, выполняются вне расписания учебных занятий по дисциплине. Указываются, если предусмотрены учебным планом.

<sup>2</sup> Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

<sup>3</sup> Часы на промежуточную аттестацию (зачет, дифференцированный зачет, экзамен и др.) указываются в случае выделения их в учебном плане.

## Содержание дисциплины

### **Тема 1. Основания молекулярной физики.**

Количество теплоты и температура. Теплоемкость. Изопрцессы. Закон Дальтона.

### **Тема 2. Модель идеального газа.**

Идеальный газ. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Адиабатический процесс. Политропа.

### **Тема 3. Начала термодинамики.**

Первое начало термодинамики, внутренняя энергия, тепловые двигатели.

### **Тема 4. Термодинамические процессы.**

Необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Понятие энтропии. Холодильные машины.

### **Тема 5. Теория термодинамических потенциалов.**

Термодинамические потенциалы и их применение к решению задач термодинамики.

### **Тема 6. Описание реальных газов.**

Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия и энтропия газа.

### **Тема 7. Основы молекулярно кинетической теории.**

Характер теплового движения молекул. Связь микроскопических и макроскопических характеристик газов.

### **Тема 8. Статистические характеристики движения молекул.**

Распределение Максвелла. Экспериментальная проверка закона Максвелла. Распределение Больцмана. Постоянная Авогадро.

### **Тема 9. Третье начало термодинамики.**

Энтропия как статистическая характеристика. Теорема Нернста. Формула Стирлинга.

### **Тема 10. Фазовые превращения.**

Кристаллическое состояние. Жидкое состояние. Испарение и конденсация. Насыщенный пар. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Тройная точка. Диаграмма состояния.

### **Тема 11. Физическая кинетика.**

Диффузия в газах. Теплопроводность газов. Вязкость Газов.



## **6 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине**

Методические материалы по дисциплине (модулю) и образовательной программе в целом представлены на официальном сайте образовательной организации (раздел «Сведения об образовательной организации» – Образование – Образовательные программы).

## **7 Фонды оценочных средств по дисциплине**

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы по дисциплине разработаны фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения (знания, умения, навыки) и сформированные (формируемые) компетенции.

Эти фонды включают теоретические вопросы, типовые практические задания, контрольные работы, домашние работы, тесты, примерные темы курсовых работ (проектов) и критерии их оценивания и иные оценочные материалы, используемые при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении к рабочей программе.

При необходимости обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются оценочными материалами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

*Для лиц с нарушениями зрения:*

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

*Для лиц с нарушениями слуха:*

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

*Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:*

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

## 8 Ресурсное обеспечение

### 8.1. Перечень литературы

#### *Основная учебная литература*

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики : Учебное пособие для вузов в 5 т. Т.2 : Термодинамика и молекулярная физика / Д. В. Сивухин. - 6-е изд., стер. - Москва : Физматлит, 2017. - 544с. : ил. - ISBN 978-5-9221-1514-8
2. Кузнецов, С. И. Физика: Механика. Механические колебания и волны. Молекулярная физика. Термодинамика : учеб. пособие / С.И. Кузнецов. — 4-е изд., испр. и доп. — М. : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2018. — 248 с. - ISBN 978-5-9558-0317-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/956681> (дата обращения: 14.11.2022). – Режим доступа: по подписке.

#### *Дополнительная учебная литература*

1. Прошкин, С. С. Механика, термодинамика и молекулярная физика. Сборник задач : учебное пособие для вузов / С. С. Прошкин, В. А. Самолетов, Н. В. Нименский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 467 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04772-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492183> (дата обращения: 14.11.2022). – Режим доступа: по подписке.
2. Иродов И.Е. Задачи по общей физике : Учебное пособие / И. Е. Иродов. - 15-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2018. - 416с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0319-6.

#### • Периодические издания

1. Журнал экспериментальной и теоретической физики: / Учредитель: РАН, Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН; гл. ред. акад. Андреев А.Ф. - М.: ФГБУ «Российская академия наук». – Журнал выходит 1 раз в мес. - Основан в 1931 году. - ISSN 0044-4510. – Текст : электронный. Полные тексты статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://www.elibrary.ru/title\\_about.asp?id=8682](https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=8682)
2. Медицинская физика: научно-техническое издание / Учредитель: Ассоциация медицинских физиков России; гл. ред. Наркевич Б.Я, д.т.н., проф., в.н.с. – М.: Ассоциация медицинских физиков России. – журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1995 году. – ISSN: 1810-200X. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=42372751>
3. Ядерная физика: научный журнал / Учредитель: Институт теоретической и экспериментальной физики им. А.И. Алиханова НИЦ "Курчатовский институт"; гл. ред.: Далькаров О.Д. – М.: ООО «ИКЦ «Академкнига». – Журнал выходит 6 раз в год. - Журнал основан в 1965 году. - ISSN 0044-0027. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://www.elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=8304](https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8304)
4. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: физика-математика: научный журнал / Учредитель: Московский государственный областной университет; гл. ред. Бугаев А.С. – М.: МГОУ. – Журнал выходит 6 раз в год. - Основан в 1998 году - ISSN 2310-7251. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=25657](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25657)

- **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

*Электронно-библиотечные системы и базы данных*

1. ЭБС «Znaniium.com»: <http://znaniium.com/>
2. ЭБС «Лань»: <http://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Консультант студента»: <http://www.studentlibrary.ru/>
4. Национальная электронная библиотека (НЭБ) : <http://нэб.пф/>
5. Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
6. БД российских научных журналов на Elibrary.ru (РУНЭБ): [http://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp?](http://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp?)
7. БД периодических изданий «East View» : <http://dlib.eastview.com>

*Профессиональные ресурсы сети «Интернет»*

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
2. Образовательный математический сайт EXPonent.ru <http://exponenta.ru/default.asp>
3. Математический сайт Math.ru <http://math.ru/lib/>

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости)**

Для проведения практических занятий могут использоваться мультимедиа-материалы (презентации, слайды, учебные видеофильмы и т.д.), в связи с чем требуется оборудование зала видеопроектором, компьютером или ноутбуком, а также аудиоаппаратурой. Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определённом порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы LibreOffice и МАХИМА, свободная лицензия, код доступа не требуется).

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы**

Проведение практических занятий по дисциплине предполагается использование специализированных аудиторий, оснащенных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть и имеющих доступ к ресурсам глобальной сети Интернет.

Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определённом порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы LibreOffice, МАХИМА свободная лицензия, код доступа не требуется).

В филиале «Протвино» государственного университета «Дубна» созданы условия для обучения людей с ограниченными возможностями: использование специальных образовательных программ и методов обучения, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающим обучающимся необходимую техническую помощь, обеспечение доступа в здания организации.

Имеется универсальное средство для подъема и перемещения инвалидных колясок – пандус-платформа складной.

Компьютерные классы оборудованы столами для инвалидов с ДЦП, также здесь оборудованы рабочие места для лиц с ОВЗ: установлены специальный программно-технологический комплекс позволяющий работать на них студентам с нарушением опорно-двигательного аппарата, слабовидящим и слабослышащим. Имеются гарнитуры компактные, беспроводная клавиатура с большими кнопками, беспроводной компьютерный джостик с двумя выносными кнопками, беспроводной ресивер, беспроводная выносная большая кнопка, портативное устройство для чтения печатных материалов.

Специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, в том числе в формате печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы) имеются в ЭБС, на которые подписан филиал.

Наличие на сайте справочной информации о расписании учебных занятий в адаптированной форме доступной для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, являющихся слепыми или слабовидящими.

- **Описание материально-технической базы**

Компьютерный класс (15 ПК) (оборудование в собственности).

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья могут использовать специализированное программное и материально-техническое обеспечение:

- обучающиеся с нарушениями опорно-двигательного аппарата при необходимости могут использовать адаптивные технические средства: специально оборудованные джойстики, увеличенные выносные кнопки, клавиатуры с большими клавишами.
- обучающиеся с ограничениями по зрению могут прослушать доступный аудиоматериал или прочитать тексты, увеличив шрифт на экране монитора компьютера. Рекомендуется использовать экранную лупу и другие визуальные вспомогательные средства, чтобы изменить шрифт текста, межстрочный интервал, синхронизацию с речью и т.д., программы экранного доступа (скринридеры для прочтения текстовой информации через синтезированную речь) и/или включить функцию «экранного диктора» на персональном компьютере с операционной системой Windows 7, 8, 10.
- обучающиеся с ограничениями по слуху могут воспользоваться компьютерной аудиогарнитурой при прослушивании необходимой информации и портативной индукционной системой серии «ИСТОК».

При необходимости обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами (образовательная программа, учебные пособия и др.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

## Фонды оценочных средств

В результате освоения дисциплины «Теория функций комплексного переменного» программы бакалавров по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» с учетом направленности бакалаврской программы – «Медицинская физика» выпускник должен обладать следующими компетенциями:

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

*код и формулировка компетенции*

### Описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания

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

ИНДИКАТОР ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (код и наименование)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по практике ШКАЛА оценивания				
	1	2	3	4	5
ОПК-1.1. Применяет математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения научно-исследовательских задач.	Отсутствие знания	Не знает или знает слабо современные проблемы и новейшие достижения физики и медицины, современные достижения науки и передовой технологии, философские основы естествознания, основные этапы и закономерности исторического развития и основы методологии физики.  Допускает множественные грубые ошибки.	Удовлетворительно знает современные проблемы и новейшие достижения физики и медицины, современные достижения науки и передовой технологии, философские основы естествознания, основные этапы и закономерности исторического развития и основы методологии физики.  Допускает достаточно серьезные ошибки.	Хорошо знает современные проблемы и новейшие достижения физики и медицины, современные достижения науки и передовой технологии, философские основы естествознания, основные этапы и закономерности исторического развития и основы методологии физики.  Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное знание современных проблем и новейших достижений физики и медицины, современных достижений науки и передовой технологии, философские основы естествознания, основные этапы и закономерности исторического развития и основы методологии физики  Не допускает ошибок.
	Отсутствие умения	Плохо умеет использовать современные информационные и ком-	Удовлетворительно умеет использовать современные информацион-	Хорошо умеет использовать современные информационные и компью-	Свободно и уверенно умеет использовать современные информацион-

		<p>пьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности, знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе. Допускает множественные грубые ошибки.</p>	<p>ные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности, знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе. Допускает достаточно серьезные ошибки.</p>	<p>терные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности, знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе. Допускает отдельные негрубые ошибки.</p>	<p>ные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности, знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе. Не допускает ошибок.</p>
<p>ОПК-1.2. Применяет системы и методы теоретических оценок и расчетов для экспериментов на ускорителях, реакторах и других ядерно-физических установок.</p>	<p>Отсутствие знания</p>	<p>Не знает или знает слабо основные источники и методы получения профессиональной информации, направления научных исследований, в основе выполняемого физического эксперимента, физические и математические модели для теоретического и экспериментального исследования закономерностей в области физики и медицины. Допускает множественные грубые ошибки.</p>	<p>Удовлетворительно знает основные источники и методы получения профессиональной информации, направления научных исследований, лежащих в основе выполняемого физического эксперимента, физические и математические модели для теоретического и экспериментального исследования закономерностей в области физики и медицины. Допускает достаточно серьезные ошибки.</p>	<p>Хорошо знает основные источники и методы получения профессиональной информации, направления научных исследований, лежащих в основе выполняемого физического эксперимента, физические и математические модели для теоретического и экспериментального исследования закономерностей в области физики и медицины. Допускает отдельные негрубые ошибки.</p>	<p>Демонстрирует свободное и уверенное знание основных источников и методов получения профессиональной информации, направлений научных исследований, лежащих в основе выполняемого физического эксперимента, физические и математические модели для теоретического и экспериментального исследования закономерностей в области физики и медицины. Не допускает ошибок.</p>
<p>ОПК-1.3. Выявляет закономерности физических процессов, лежащих в основе выполняемого физического эксперимента и</p>	<p>Отсутствие умения</p>	<p>Плохо умеет сформулировать конкретную физическую задачу, выбрать метод реализации</p>	<p>Удовлетворительно умеет сформулировать конкретную физическую задачу, выбрать метод</p>	<p>Хорошо умеет сформулировать конкретную физическую задачу, выбрать метод реализации</p>	<p>Свободно и уверенно умеет сформулировать конкретную физическую задачу, выбрать метод</p>

приборов, используя базовые знания.		эксперимента для получения конкурентно-способных результатов. Допускает множественные грубые ошибки.	реализации эксперимента для получения конкурентно-способных результатов. Допускает достаточно серьёзные ошибки.	эксперимента для получения конкурентно-способных результатов. Допускает отдельные негрубые ошибки.	реализации эксперимента для получения конкурентно-способных результатов. Не допускает ошибок.
-------------------------------------	--	--	---	--	---

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения.

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **70** баллов. Итоговой формой контроля во II семестре является экзамен. На экзамене студент может набрать максимально **30** баллов.

В течение II семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Аудиторные занятия (посещение)	17
2	Работа на практических занятиях	33
3	Сдача домашней контрольной работы (ПР-2.1)	10
4	Сдача домашней контрольной работы (ПР-2.2)	10
	Итого:	70

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к экзамену.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к экзамену.

**Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок экзамена**

Общая сумма баллов за семестр	Итоговая оценка
86-100	Отлично
71-85	Хорошо
51-70	Допуск к экзамену
в том числе:	
61-70	Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно»
51-60	Только допуск к экзамену
0-50 *	Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену)

Текущий контроль успеваемости осуществляется в процессе выполнения практических и самостоятельных работ в соответствии с ниже приведенным графиком.

<i>№ п/п</i>	<i>№ раздела дисциплины</i>	<i>Содержание самостоятельной работы</i>	<i>Трудоемкость</i>
1 (ПР-2.1)	1-6	Домашняя контрольная работа «Уравнение Менделеева-Клапейрона. Изопроцессы. Первое начало термодинамики. Работа и внутренняя энергия. Тепловые двигатели. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия и энтропия газа.» (индивидуальное задание для каждого студента)	7
2 (ПР-2.2)	7-11	Домашняя контрольная работа «Основы молекулярно-кинетической теории. Статистические характеристики движения молекул. Третье начало термодинамики. Фазовые превращения. Физическая кинетика.» (индивидуальное задание для каждого студента)	7

**График выполнения самостоятельных работ студентами во II семестре**

Виды работ	Недели учебного процесса																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПР-2.1		ВЗ												ЗЗ			
ПР-2.2									ВЗ							ЗЗ	

ВЗ – выдача задания

ЗЗ – защита задания

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- в печатной форме,
- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

При необходимости обучающемуся инвалиду и лицу с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене. У обучающегося инвалида и лица с ОВЗ имеется возможность выбора формы контроля на практических занятиях, зачетах, экзаменах, подходящая конкретно для него.

*Перечень обязательных видов учебной работы студента:*

- посещение лекционных занятий;



- *ответы на теоретические вопросы на практических занятиях;*
- *решение практических задач и заданий на практических занятиях;*
- *выполнение устных сообщений*

#### Инновационные формы проведения учебных занятий

Семестр	Вид учебных занятий	Используемые инновационные формы проведения учебных занятий	Количество академ. часов
II	Практические занятия	Обсуждение и разбор конкретных задач повышенной сложности.	4
Всего:			4

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с «Положением о балльно-рейтинговой системе оценки и текущем контроле успеваемости студентов», а также «Положением о промежуточной аттестации» университета «Дубна».

Адаптированная рабочая программа учебной дисциплины (модуля) разработана в отношении разнонозологической учебной группы обучающихся, имеющих документально подтвержденные нарушения слуха, зрения, опорно-двигательного аппарата, соматические заболевания и поддающиеся коррекции нервно-психические нарушения или сочетанные нарушения.

#### Список вопросов к экзамену

1. Термодинамическая система. Термодинамическое равновесие. Температура. Интенсивные и экстенсивные параметры.
2. Количество теплоты. Теплоемкость тела. Удельная теплоемкость. Уравнение теплового баланса.
3. Агрегатное состояние вещества. Удельная теплота плавления. Удельная теплота парообразования.
4. Газовые законы. Идеальный газ. Уравнение Менделеева-Клапейрона.
5. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия вещества.
6. Число Авогадро. Количество вещества. Молярные теплоемкости.
7. Опыт Гей-Люссака. Внутренняя энергия идеального газа.
8. Адиабатический процесс и уравнение адиабаты.
9. Политропа и ее уравнение.
10. Второе начало термодинамики. Энтропия.
11. Вычисление энтропии идеального газа.
12. Тепловые двигатели и их КПД.
13. Цикл Карно. Вычисление КПД цикла Карно для идеального газа.
14. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
15. Вычисление внутренней энергии и энтропии для газа Ван-дер-Ваальса.
16. Вычисление КПД цикла Карно для газа Ван-дер-Ваальса.
17. Изотермы уравнения Ван-дер-Ваальса и фазовые превращения жидкость-газ. Правило Максвелла.
18. Критические параметры. Тройная точка.
19. Поверхностное натяжение жидкостей. Коэффициент поверхностного натяжения.
20. Давление под выпуклой и вогнутой поверхностями. Капиллярные явления. Угол смачивания.
21. Термодинамические потенциалы: энтальпия, свободная энергия потенциал Гиббса. Термодинамические соотношения.
22. Эффект Джоуля-Томсона и сжижение газов.
23. Микроскопическая теория теплоты. Вывод формулы давления идеального газа.

24. Температура как средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Молярные теплоемкости идеальных газов.
25. Вывод формулы распределения молекул по скоростям. Средняя квадратичная, наиболее вероятная и средняя по модулю скорости.
26. Формула Больцмана для распределения числа молекул по высоте при постоянной температуре.
27. Длина свободного пробега молекулы и число столкновений. Эффективный диаметр молекулы.
28. Вязкость газов. Вычисление коэффициента вязкости.
29. Теплопроводность газов. Вычисление коэффициента теплопроводности.
30. Диффузия в газах. Вычисление коэффициента диффузии.
31. Химический потенциал
32. Теорема Нернста (третье начало термодинамики)
33. Термодинамика фотонного газа. Распределение Планка.
34. Фазовое пространство. Микросостояния и макросостояния.
35. Термодинамическая вероятность и формула Больцмана для энтропии.
36. Броуновское движение. Опыт Перрена и определение постоянной Авогадро.
37. Камера Вильсона.
38. Пузырьковая камера.
39. Статистическая теория флуктуаций.
40. Кристаллическое строение твердых тел. Дефекты кристаллической решетки.
41. Сравнение статистик Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна и Максвелла-Больцмана.
42. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

### **Содержание экзаменационного билета**

1 вопрос – фундаментальная теория (знать + уметь)

2 вопрос – прикладная теория (уметь + владеть)

Практическая задача

#### **Задания домашней контрольной работы (ПР-2.1)**

**Задание 1.** Оценка микроскопических параметров газа.

**Задание 2.** Вычисление работы, совершаемой газом.

**Задание 3.** Обсчёт эволюции идеального газа по уравнению Менделеева-Клапейрона.

**Задание 4.** Вычисление КПД цикла Карно для идеального газа.

**Задание 5.** Вычисление КПД цикла Карно для газа Ван-дер-Ваальса.

#### **Задания домашней контрольной работы (ПР-2.2)**

**Задание 6.** Задача на распределение Максвелла.

**Задание 7.** Задача на использование энтропии.

**Задание 8.** Задача на фазовые превращения.

**Задание 9.** Задача на физическую кинетику.