

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Димитровградский инженерно-технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ДИТИ НИЯУ МИФИ)**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Заместитель руководителя

\_\_\_\_\_ Т.И. Романовская  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ТЕРМОДИНАМИКА»**

Направление подготовки \_\_\_\_\_ *03.03.02 Физика*

Квалификация выпускника \_\_\_\_\_ *Бакалавр*

Профиль \_\_\_\_\_ *Медицинская физика*

Форма обучения \_\_\_\_\_ *очная*

Выпускающая кафедра \_\_\_\_\_ *Кафедра общей и медицинской физики*

Кафедра-разработчик рабочей программы \_\_\_\_\_ *Кафедра общей и медицинской физики*

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточ- ного контроля (экз./зачет/кр)
4	(144) 4	17	34	-	57	Экзамен
<b>Итого</b>	<b>(144) 4</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>57</b>	<b>Экзамен</b>

Димитровград  
2020 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	3
3 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	4
4 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
5 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
6 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	8
7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ) .....	10
8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
10 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	15

## 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цели** освоения дисциплины: формирование знаний о законах термодинамики, ее методах, общих вопросах теории фазовых превращений, циклах теплосиловых установок.

**Задачи:** овладение и использование в практической деятельности основных законов термодинамики; привитие навыков термодинамических расчетов физических процессов.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ и ООП ВО по специальности 03.03.02 Физика.

### Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики, биофизики и ядерной медицины, решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий, используя новейший отечественный и зарубежный опыт	объекты и технические устройства, испускающие или способные испускать не ионизирующее и ионизирующее излучение	ПК-1 Способен использовать профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	З-ПК-1 Знать: основные понятия, определения законов термодинамики; методологические основы описания макроскопических систем, процессов, с учетом их взаимосвязи и взаимодействия. У-ПК-1 Уметь: использовать методы равновесной термодинамики для изучения термодинамических свойств макроскопических систем. В-ПК-1 Владеть: навыками проведения необходимых расчетов физических характеристик равновесных макросистем; методикой физически интерпретировать результаты расчетов физических характеристик равновесных систем.	Профессиональный стандарт «40.008. Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами» Обобщенная трудовая функция А.6. Организация выполнения научно-исследовательских работ по закрепленной тематике
		ПК-2 Способен проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с	З-ПК-2 Знать: возможности применения физических знаний в профильных дисциплинах У-ПК-2 Уметь: применять полученные профессиональные знания при освоении профильных физических дисциплин	

		помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	плен В-ПК-2 Владеть: навыками применения имеющихся знаний по физике для освоения профильных физических дисциплин и проведения научных исследований	
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

В результате изучения дисциплины студент бакалавра должен:

Знать:

- о современном состоянии, теоретических работах и результатах экспериментов в данной области исследований;

- о перспективных направлениях исследований в области термодинамики.

Уметь:

- использовать методы равновесной термодинамики для изучения термодинамических свойств макроскопических систем;

- уметь применять методы циклов и термодинамических потенциалов к решению задач. о перспективных направлениях исследований в области термодинамики.

Владеть:

- навыками решения задач термодинамики для равновесных процессов;

- навыками применения законов и методов термодинамики к слабо неравновесным процессам.

### 3 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Термодинамика относится к части, формируемой участниками образовательных отношений профессионального модуля учебного плана по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

### 4 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	В18 - - формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.

### 5 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5.1 Объем дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины Термодинамика составляет 4 зачетных единиц (ЗЕТ), 144 академических часов.

Таблица 5.1 - Объем дисциплины по видам учебных занятий

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр
		4
<b>Контактная работа с преподавателем</b> в том числе: – аудиторная по видам учебных занятий	<b>51</b>	51
– лекции	<b>17</b>	17
– практические занятия	<b>34</b>	34
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> в том числе:	<b>57</b>	57
– изучение теоретического курса	<b>25</b>	25
– домашние задачи	<b>32</b>	32
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)</b>	<b>Экзамен, 36</b>	Экзамен, 36
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144</b>	144

Таблица 5.2 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, включая самостоятельную работу студентов, акад. часы							Всего часов	Формируемые индикаторы освоения компетенций
		Лекции	Практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	Лабораторные работы	в том числе в форме практической подготовки	Самостоятельная работа	в том числе в форме практической подготовки		
<b>4 семестр</b>										
1	Математическое введение	1	6				5		<b>12</b>	ПК-1, ПК-2
2	Основные понятия и исходные положения термодинамики	2	0				6		<b>8</b>	ПК-1, ПК-2
3	Общие законы термодинамики. Первое начало	2	4				8		<b>14</b>	ПК-1, ПК-2
4	Второе начало термодинамики	2	4				8		<b>14</b>	ПК-1, ПК-2
5	Третье начало термодинамики	2	4				6		<b>12</b>	ПК-1, ПК-2
6	Методы термодинамики	2	4				6		<b>12</b>	ПК-1, ПК-2
7	Условия равновесия и устойчивости термодинамических систем	2	4				6		<b>12</b>	ПК-1, ПК-2
8	Система с переменным числом частиц	2	4				6		<b>12</b>	ПК-1, ПК-2
9	Фазовые переходы	2	4				6		<b>12</b>	ПК-1, ПК-2

	ИТОГО:	17	34			57		108	
--	--------	----	----	--	--	----	--	-----	--

## 5.2 Содержание дисциплины

Таблица 5.3 - Лекционный курс

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, acad. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
4 семестр				
1	1	<b>Введение. Математический аппарат термодинамики</b> Нулевое начало термодинамики. Связь термодинамических величин и приемы их преобразования. Якобианы преобразований.	1	
2	2	<b>Основные понятия и исходные положения термодинамики</b> Краткий очерк развития термодинамики и МКТ. Термодинамика как наука и ее место среди естественных наук. Предмет термодинамики. Термодинамические системы. Исходные положения ТД. Гомогенные и гетерогенные системы.	2	
3	3	<b>Общие законы термодинамики. Первое начало</b> Объективный характер законов термодинамики. Внутренняя энергия. Работа и теплота. Термические и калорическое уравнения состояния. Уравнение первого начала. Теплоемкость. Скрытые теплоты.	2	
4	1	<b>Второе начало термодинамики</b> Энтропия. Уравнение второго начала. Круговые процессы. Цикл Карно и теоремы Карно. Тепловые машины. Пределы применимости второго начала.	2	
5	2	<b>Третье начало термодинамики</b> Принцип Нернста. Формулировка третьего начала. Следствия третьего начала.	2	
6	2	<b>Методы термодинамики</b> Метод круговых процессов. Метод термодинамических потенциалов. Соотношения Максвелла.	2	
7	2	<b>Условия равновесия и устойчивости термодинамических систем</b> Общие условия термодинамического равновесия и устойчивости. Условия равновесия двухфазной однокомпонентной системы. Правило фаз Гиббса. Принцип Ле Шателье-Брауна.	2	
8	2	<b>Системы с переменным числом частиц</b> Основное уравнение термодинамики для системы с переменным количеством вещества. Химический потенциал.	2	
9	2	<b>Фазовые переходы</b>	2	

		Равновесие фаз. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста.		
<b>Итого:</b>			17	

Таблица 5.4 - Практические занятия

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе в форме практической подготовки
4 семестр				
1-3	1	<b>Математическое введение</b> Приемы преобразования термодинамических величин. Якобианы преобразований.	6	
4-5	2	<b>Первое начало термодинамики</b> Внутренняя энергия. Работа и теплота. Термические и калорическое уравнения состояния. Теплоемкость. Скрытые теплоты.	4	
6-7	3	<b>Второе начало термодинамики</b> Энтропия. Круговые процессы. Цикл Карно. Тепловые машины. КПД.	4	
8-9	4	<b>Третье начало термодинамики</b> Низкие температуры. Теорема Нернста. Эффект Джоуля-Томсона.	4	
10-11	5	<b>Методы термодинамики</b> Применение метода циклов и метода термодинамических потенциалов к решению практических задач. Соотношения Максвелла.	4	
12-13	6	<b>Равновесие и устойчивость термодинамических систем</b> Условия термодинамического равновесия. Принцип Ле Шателье-Брауна.	4	
14-15	7	<b>Системы с переменным числом частиц</b> Системы с переменным количеством вещества. Химический потенциал.	4	
16-17	8	<b>Фазовые переходы</b> Равновесие фаз. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста.	4	
<b>Итого:</b>			<b>34</b>	

Таблица 5.5 – Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Таблица 5.6 – Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента (СРС) и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	1.1	Подготовка к лекциям	6
	1.2	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	
	1.3	Самостоятельное изучение тем: Классификация уравнений в частных производных второго порядка	
2	2.1	Подготовка к лекциям	6
	2.2	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	
	2.3	Самостоятельное изучение тем: Физические задачи, приводящие к уравнениям в частных производных	
3	3.1	Подготовка к лекциям	7
	3.2	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	
	3.3	Самостоятельное изучение тем: Уравнения гиперболического типа (методы решения)	
4	4.1	Подготовка к лекциям	7
	4.2	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	
	4.3	Самостоятельное изучение тем: Уравнения параболического типа	
5	5.1	Подготовка к лекциям	7
	5.2	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	
	5.3	Самостоятельное изучение тем: Уравнения эллиптического типа	
6	6.1	Подготовка к лекциям	6
	6.2	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	
	6.3	Самостоятельное изучение тем: Ортогональные полиномы	
7	7.1	Подготовка к лекциям	6
	7.2	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	
	7.3	Самостоятельное изучение тем: Сферические функции	
8	8.1	Подготовка к лекциям	6
	8.2	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	
	8.3	Самостоятельное изучение тем: Простейшие задачи для уравнения Шредингера	
9	9.1	Подготовка к лекциям	6
	9.2	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	
	9.3	Самостоятельное изучение тем: Цилиндрические функции	
Итого:			57

## 6 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы и дающие наиболее эффективные результаты освоения дисциплины:

**1. ЛЕКЦИЯ, мастер-класс** (Лк, МК) – передача учебной информации от преподавателя к студентам, как правило с использованием компьютерных и технических средств, направленная в основном на приобретение студентами новых теоретических и фактических знаний. Наиболее



распространенные виды (формы) организации учебного процесса для достижения определенных результатов обучения и компетенций:

### **Информационная лекция**

**Проблемная лекция** – в отличие от информационной лекции, на которой сообщаются сведения, предназначенные для запоминания, на проблемной лекции знания вводятся как «неизвестное», которое необходимо «открыть». Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. При этом выдвигаемая проблема требует не однотипного решения, готовой схемы которого нет. Данный тип лекции строится таким образом, что деятельность студента по ее усвоению приближается к поисковой, исследовательской. На подобных лекциях обязателен диалог преподавателя и студентов.

**Лекция-визуализация** – учит студента преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, выделяя при этом наиболее значимые и существенные элементы. На лекции используются схемы, рисунки, чертежи и т.п., к подготовке которых привлекаются обучающиеся. Проведение лекции сводится к связному развернутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных пособий. При этом важна логика и ритм подачи учебного материала. Данный тип лекции хорошо использовать на введения студентов в новый раздел, тему, дисциплину.

**Лекция с разбором конкретной ситуации**, изложенной в устно или в виде короткого диафильма, видеозаписи и т.п.; студенты совместно анализируют и обсуждают представленный материал.

**2. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА (СР)** – изучение студентами теоретического материала, подготовка к лекциям, лабораторным работам, практическим и семинарским занятиям, оформление конспектов лекций, написание рефератов, отчетов, курсовых работ, проектов, работа в электронной образовательной среде и др. для приобретения *новых теоретических и фактических знаний, теоретических и практических умений*.

**3. КОНСУЛЬТАЦИЯ, тьюторство** (Конс., тьют.) – индивидуальное общение преподавателя со студентом, руководство его деятельностью с целью передачи опыта, углубления *теоретических и фактических знаний*, приобретенных студентом на лекциях, в результате самостоятельной работы, в процессе выполнения курсового проектирования и др.

**4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ** (Пр. зан.) – решение конкретных задач (математическое моделирование, расчеты и др.) на основании теоретических и фактических знаний, направленное в основном на приобретение *новых фактических знаний и теоретических умений*.

**5. СЕМИНАР, коллоквиум** (Сем., колл.) – систематизация теоретических и фактических знаний в определенном контексте (подготовка и презентация материала по определенной теме, обсуждение ее, формулирование выводов и заключения), направленная в основном на приобретение *новых фактических знаний и теоретических умений*.

### **Типы практических занятий, используемых при изучении дисциплины:**

**Кейс-метод.** Его название происходит от английского слова «кейс» – папка, чемодан, портфель (в то же время «кейс» можно перевести и как «случай, ситуация»). Процесс обучения с использованием кейс-метода представляет собой имитацию реального события, сочетающую в целом адекватное отражение реальной действительности, небольшие материальные и временные затраты и вариативность обучения. Учебный материал подается студентам виде проблем (кейсов), а знания приобретаются в результате активной и творческой работы: самостоятельного осуществления целеполагания, сбора необходимой информации, ее анализа с разных точек зрения, выдвижения гипотезы, выводов, заключения, самоконтроля процесса получения знаний и его результатов.

### **Основные виды образовательных технологий**

**Дистанционные образовательные технологии** – образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Для проведения занятий с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются следующие образовательные технологии и средства освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда НИЯУ МИФИ – Режим доступа <https://eis.mephi.ru/>;
- платформа для проведения on-line конференций и вебинаров ZOOM – Режим доступа <https://zoom.us/>;
- файлообменная система Google Диск – Режим доступа <https://drive.google.com/>;
- система обмена текстовыми сообщениями для мобильных и иных платформ с поддержкой голосовой и видеосвязи WhatsApp;
- социальная сеть ВКонтакте;
- электронная почта преподавателей и студентов.

Примерами применения дистанционных образовательных технологий являются занятия, на которых обучающийся не присутствует (скажем, по болезни), но выполняет задания и общается с преподавателем по электронной почте, или преподаватель консультирует обучающихся во внеурочное время через блог или сайт.

Виды дистанционного обучения: лекции (сетевые или видеозапись), виртуальные экскурсии, практические работы (семинары), проектная деятельность, телеконференции со специалистами, форумы, обсуждения, дискуссии, консультации индивидуальные или групповые, тестирование.

**Кейсовая** – технология основывается на использовании наборов (кейсов) текстовых, аудиовизуальных и мультимедийных учебно-методических материалов и их рассылке для самостоятельного изучения учащимся при организации регулярных консультаций у преподавателей.

Телевизионно-спутниковая технология основана на применении интерактивного телевидения: теле- и радиолекции, видеоконференции, виртуальные практические занятия и т.д.

Сетевые технологии используют телекоммуникационные сети для обеспечения учащихся учебно-методическим материалом и взаимодействия с различной степенью интерактивности между преподавателем и учащимся.

**Информационные технологии** – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам (теоретически к неограниченному объему и скорости доступа), увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки и объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

**Работа в команде** – совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности.

**Проблемное обучение** – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

**Контекстное обучение** – мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. При этом знания, умения, навыки даются не как предмет для запоминания, а в качестве средства решения профессиональных задач.

**Обучение на основе опыта** – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения.

**Индивидуальное обучение** – выстраивание студентом собственной образовательной траектории на основе формирования индивидуальной образовательной программы с учетом интересов студента.

**Междисциплинарное обучение** – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

**Опережающая самостоятельная работа** – изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

## 7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

Фонд оценочных средств, включающий все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций и индикаторов их достижения, предусмотренных ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 03.03.02 Физика, ООП и рабочей программой дисциплины «Термодинамика», приведен в Приложении.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

**Текущий контроль** студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателями, ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- устные опросы.

*Примерные вопросы к устному опросу:*

1. Первое начало термодинамики.
2. Работа и теплота процесса.
3. Внутренняя энергия и энтальпия.
4. Теплоемкость.
5. Второе начало термодинамики.
6. Энтропия.
7. Термодинамические потенциалы.
8. КПД.
9. Общее условие термодинамического равновесия термодинамических систем.
10. Принцип Ле Шателье-Брауна.
11. Фазовая диаграмма.
12. Условие равновесия фаз.
13. Фазовые переходы.
14. Адиабатический процесс.
15. Течение газов и жидкостей.

Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача тестов, отчетов к лабораторным работам и письменных домашних заданий.

**Промежуточный контроль** студентов производится в следующих формах:

- контрольная работа.

*Примерные задачи контрольной работы:*

1. Нагревается или охлаждается идеальный газ при расширении по закону  $p^2V = \text{const}$ ? Какова его молярная теплоемкость в этом процессе (выразить через  $C_p$  и  $C_v$ )?
2. Для диэлектрика в однородном электрическом поле вычислить разность теплоемкостей при постоянной напряженности электрического поля и при постоянной электрической индукции. Объем диэлектрика считать постоянным, а зависимость диэлектрической проницаемости от температуры – известной.
3. Получить выражение для производной  $(\delta T / \delta \delta H)_S$ , описывающее магнитное охлаждение парамагнетика.
4. Вычислить энтропию равновесного излучения.

**Итоговый контроль** по результатам 4 семестра по дисциплине проходит в форме письменного экзамена (теоретические вопросы и задачи).

*Примерные вопросы к экзамену:*

1. Первое начало термодинамики.
2. Работа и теплота процесса.
3. Внутренняя энергия и энтальпия.
4. Теплоемкость.
5. Второе начало термодинамики.
6. Энтропия.
7. Термодинамические потенциалы.
8. КПД.
9. Общее условие термодинамического равновесия термодинамических систем.
10. Принцип Ле Шателье-Брауна.
11. Фазовая диаграмма.
12. Условие равновесия фаз.
13. Фазовые переходы.
14. Адиабатический процесс.

15. Течение газов и жидкостей.
16. Особенности структуры реальных тел.
17. Испарение жидкости и конденсация паров.
18. Плавление кристалла и кристаллизация жидкости.
19. Термодинамическое подобие.
20. Насыщенный и влажный пар жидкости.
21. Газ валентных электронов в металле.
22. Фононный газ в кристалле.
23. Фотонный газ.
24. Энергия Гиббса систем с переменной массой.
25. Правило фаз.
26. Химические реакции.
27. Растворы.
28. Критические явления.
29. Границы устойчивости.
30. Характеристическое условие критической точки.

*Примерный вариант экзаменационного билета:*

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
 Димитровградский инженерно-технологический институт –  
 филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения  
 высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
 (ДИТИ НИЯУ МИФИ)

Физико-технический факультет  
 Кафедра общей и медицинской физики

Направление подготовки (специальность)

Дисциплина  
 Термодинамика

03.03.02 Физика

Форма обучения – очная

Профиль подготовки «Медицинская физика»

Семестр 6

Экзаменационный билет № 1

1. Общие законы термодинамики. Первое начало
2. Условия равновесия и устойчивости термодинамических систем

**Задача 1:** Какое количество энергии освобождается при слиянии мелких водных капель радиусом 2 мкм в одну большую каплю радиусом 2 мм?

**Задача 2:** В сосуде находятся водяной пар и вода при температуре 100<sup>0</sup>С. В процессе изотермического расширения вода начинает испаряться. К моменту, когда вся она испарилась, объем пара увеличился в 10 раз. Найдите отношение объемов пара и воды в начале опыта.

## 8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 8.1 – Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

№ п/п	Автор	Название	Место издания	Наименование издательства	Год издания	Количество экземпляров
<b>Основная литература</b>						
1	Крайнов А.В., Пашков Е.Н.	Термодинамика и теплопередача. Часть 1. Термодинамика	Томск	Томский политехнический университет	2017	[ <a href="https://e.lanbook.com/book/106766">https://e.lanbook.com/book/106766</a> ]

2	Галкин А.Ф.	Термодинамика. Сборник задач	Санкт-Петербург	Лань	2019	[https://e.lanbook.com/book/209843]
<b>Дополнительная литература</b>						
1	Новиков И.И.	Термодинамика	Санкт-Петербург	ЛАНЬ	2020	[https://e.lanbook.com/book/210323]
2	Гавриленко В. Г., Петров Е. Ю.	Сборник задач по курсу “Термодинамика и статистическая физика”: Учебно-методическое пособие	Нижний Новгород	Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского	2019	[https://e.lanbook.com/book/144963]

## 8.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень рекомендуемых Интернет сайтов:

1. ЭБС «Лань» на сайте <http://e.lanbook.com>.
2. ЭБС НИЯУ МИФИ на сайте <http://library.mephi.ru/>
3. ЭБС «Консультант студента на сайте <https://www.studentlibrary.ru/>
4. <https://urait.ru/> (Образовательная платформа Юрайт)
5. <https://www.studentlibrary.ru/> (Электронная библиотечная система "Консультант студента")
6. <http://www.knigafund.ru/> Электронно-библиотечная система «КнигаФонд»
7. <ftp://elib.diti-mephi.ru> Электронно-библиотечная система ДИТИ НИЯУ МИФИ

Таблица 8.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

№	Наименование ресурса	Тематика
1	ЭБС «Лань»	Физико-математические науки Технические науки
2	ЭБС НИЯУ МИФИ	Физико-математические науки Технические науки
3	ЭБС «Консультант студента	Физико-математические науки Технические науки
4	Электронно-библиотечная система ДИТИ НИЯУ МИФИ	Физико-математические науки

## 8.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8.3 – Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Наименование	Краткое описание
1	MS Office (Word, Excel, Power Point)	оформление текста, создание презентаций
2	Браузеры: Internet Explorer 10, Internet Explorer 9, Internet Explorer 8, FireFox 10, Safari 5, Google Chrome 17	Специальные программы для просмотра веб-страниц, поиска контента, файлов и их каталогов в Интернете
3	<a href="https://docs.google.com/">https://docs.google.com/</a> Документы, Таблицы, Формы, Презентации	оформление текста, создание презентаций

Таблица 8.4 – Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Физика	Физико-математические науки	<a href="https://og-ti.ru/">https://og-ti.ru/</a>
2	Журнальный портал ФТИ им. А.Ф. Иоффе	Техническая физика	<a href="https://journals.ioffe.ru/">https://journals.ioffe.ru/</a>
3	Образовательная платформа Юрайт	Физико-математические науки	<a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a>

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
1	<b>Учебная аудитория для проведения занятий № 101</b> посадочных мест — 16; площадь 59.42 кв.м. Специализированная мебель: учебная доска – 1 шт., стол студенческий – 12 шт., стол преподавательский – 2 шт., стол компьютерный – 12 шт., стулья – 31 шт., кондиционер – 1 шт. Технические средства обучения: компьютеры (монитор, системный блок, клавиатура, мышка) – 10 шт., проектор – 1 шт., экран – 1 шт. Программное обеспечение: ОС Windows XP, Microsoft Office 10	433507, Ульяновская область, г. Димитровград, ул. Куйбышева, д. 297

## 10 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Конституцией Российской Федерации. Принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020 – ст. 43 – [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_28399/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/) ;

– Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 №273-ФЗ (ред. от 17.02.2021), ст. 5, 71, 79 – [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) ;

– Федеральным законом от 24.11.1995 №181-ФЗ (ред. от 07.03.2017) «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» – Глава III. Ст. 9. ,Ст. 11. Глава IV. Ст. 1 – [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_8559/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8559/) ;

– Федеральным законом «О ратификации Конвенции о правах инвалидов» от 03.05.2012 №46-ФЗ – [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_129200/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129200/) ;

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением об организации обучения студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья в НИЯУ МИФИ, утвержденным 29.08.2017 г. [https://mephi.ru/content/public/uploads/files/education/docs/pl\\_7.5-15\\_ver\\_2.2\\_0.pdf](https://mephi.ru/content/public/uploads/files/education/docs/pl_7.5-15_ver_2.2_0.pdf) ;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (приложение к письму Минобрнауки от 16 апреля 2014 г. №05-785) [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_159405/73804ce294dfe53d86ae9d22b5afde310dc506f7/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_159405/73804ce294dfe53d86ae9d22b5afde310dc506f7/) ;

– Требованиями к организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в профессиональных образовательных организациях, в том числе оснащённости образовательного процесса» (приложение к письму Минобрнауки от 18 марта 2014 г. №06-281) [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_57872/7d7f56523837be788b6cfa5578482a6b178918d3/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_57872/7d7f56523837be788b6cfa5578482a6b178918d3/) .

**Дополнения и изменения в рабочей программе  
дисциплины на 20\_\_/20\_\_ уч.г.**

Внесенные изменения на 20\_\_/20\_\_ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
(дата, \_\_\_\_\_ номер протокола заседания кафедры, \_\_\_\_\_ подпись зав. кафедрой)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой

\_\_\_\_\_  
*наименование кафедры*                      *личная подпись*                      *расшифровка подписи*                      *дата*

Руководитель ООП,

ученая степень, должность

\_\_\_\_\_  
*личная подпись*                      *расшифровка подписи*                      *дата*