

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 18.09.2023 14:09:05  
Уникальный программный ключ:  
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed8f87477

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт химических технологий и промышленной экологии  
Кафедра Физики и высшей математики

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Теплофизика

Уровень образования	бакалавриат
Направление подготовки	20.03.01 Техносферная безопасность
Направленность (профиль)	Инжиниринг техносферы, системы безопасности и экспертиза
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года
Форма обучения	очная

Рабочая программа учебной дисциплины «Теплофизика» основной профессиональной образовательной программы высшего образования рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 5 от 22.02.2023 г.

Разработчик рабочей программы учебной дисциплины:

1. Доцент кафедры И.А. Гвоздкова

Заведующий кафедрой: В.Ф. Скородумов

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Теплофизика» изучается в третьем семестре.  
Курсовая работа не предусмотрена.

### 1.1. Форма промежуточной аттестации:

третий семестр - экзамен

### 1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Теплофизика» относится к обязательной части программы.

Изучение дисциплины опирается на результаты освоения образовательной программы предыдущего уровня.

Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам:

- Математический анализ, интегральные и дифференциальные исчисления;
- Линейная алгебра и алгебра матриц;
- Физика;
- Введение в технику экспериментальных исследований.

Результаты освоения по учебной дисциплине используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:

- Теория вероятностей и математическая статистика в экологии и теплоэнергетике;
- Техническая термодинамика и теплопередача;
- Физико-химические методы анализа;
- Газодинамика;
- Теория и практика проведения экспериментальных исследований;
- Основы технологии химических производств;
- Основы моделирования технологических процессов и аппаратов;
- Учебная практика. Ознакомительная практика.

## 2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Целями изучения дисциплины «Теплофизика» являются:

- формирование представлений о теплофизических процессах и закономерностях и умений решать прикладные задачи техносферной безопасности на основе законов теплофизики;
- формирование навыков использования знаний в области теплофизики при планировании и проведении экспериментальных исследований.
- формирование навыков проведения физического эксперимента и обработки его результатов на основе статистических методов;
- формирование у обучающихся компетенций, установленных образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине.

Результатом обучения по учебной дисциплине «Теплофизики» является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

2.1. Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, основные законы химии и методы химического анализа, основные законы экологии и природопользования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИД-ПК-1.2 Применение теоретических основ физики при решении прикладных задач техносферной безопасности	Знает теоретические основы теплофизики. Умеет решать прикладные задачи техносферной безопасности на основе законов теплофизики.
ПК-5 Способен проводить научные исследования по отдельным темам (разделам тем) в области профессиональной деятельности	ИД-ПК-5.2 Планирование проведения экспериментальных исследований	Владеет навыками использования знаний в области теплофизики при планировании и проведении экспериментальных исследований.
	ИД-ПК-5.3 Обработка результатов эксперимента	Владеет навыками проведения физического эксперимента и обработки его результатов на основе знаний законов теплофизики и статистических методов.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

по очной форме обучения –	4	з.е.	144	час.
---------------------------	---	------	-----	------

3.1. Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий (очная форма обучения)

Структура и объем дисциплины									
Объем дисциплины по семестрам	форма промежуточной аттестации	всего, час	Контактная аудиторная работа, час				Самостоятельная работа обучающегося, час		
			лекции, час	практические занятия, час	лабораторные занятия, час	практическая подготовка, час	курсовая работа/ курсовой проект	самостоятельная работа обучающегося, час	прочая промежуточная аттестация, час
3 семестр	Экзамен	144	34		34			40	36

Всего:		144	34		34			40	36
--------	--	-----	----	--	----	--	--	----	----

## 3.2. Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очная форма обучения)

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
<b>Третий семестр</b>							
<b>ПК-1:</b>	<b>Раздел I. Основы технической термодинамики</b>	9		24		18	Формы текущего контроля по разделу I: -устный опрос перед началом лабораторной работы; -письменный отчет по лабораторной работе.
<b>ИД-ПК-1.2</b>	Тема 1.1	1				2	
<b>ПК-5:</b>	Термодинамические системы и термодинамические параметры их состояния.						
<b>ИД-ПК-5.2</b>	Тема 1.2	2				2	
<b>ИД-ПК-5.3</b>	Термические уравнения состояния термодинамических систем. Диаграммы состояний.						
	Тема 1.3	2				2	
	Энергия, работа, теплота. Первое начало термодинамики. Термодинамические потенциалы. Теплоемкость.						
	Тема 1.4	2				2	
	Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Изопроцессы.						
	Тема 1.5	2				2	
	Тепловые двигатели. Термодинамические циклы.						
	Лабораторная работа № 1.1			4		2	
	Температурная зависимость давления газа.						
	Лабораторная работа № 1.2			4		1	
	Термодинамические параметры состояния идеального газа.						
	Лабораторная работа № 1.3			4		1	
	Определение удельной теплоты плавления льда.						
	Лабораторная работа № 1.4			4		1	
	Определение температуры с помощью барометрической формулы.						
	Лабораторная работа № 1.5			4		2	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
	Изучение температурной зависимости скорости теплового движения.						
	Лабораторная работа № 1.6 Определение отношения теплоемкостей газа при постоянном давлении и при постоянном объеме методом Клемана-Дезорма.			4		1	
ПК-1: ИД-ПК-1.2 ПК-5: ИД-ПК-5.2 ИД-ПК-5.3	<b>Раздел II. Основы теории теплообмена</b>	25		10		22	Формы текущего контроля по разделу II: -устный опрос перед началом лабораторной работы; -письменный отчет по лабораторной работе.
	Тема 2.1 Основные понятия теории теплообмена. Законы теплопроводности и конвективного теплообмена.	4				2	
	Тема 2.2 Стационарная теплопроводность и теплопередача.	5				4	
	Тема 2.3 Конвективный теплообмен.	4				2	
	Тема 2.4 Элементы теории подобия.	5				4	
	Тема 2.5 Нестационарная теплопроводность в бесконечной пластине.	2				4	
	Тема 2.6 Основы теплообмена излучением.	5				2	
	Лабораторная работа № 2.1 Определение вязкости жидкости методом Стокса.			3		1	
	Лабораторная работа № 2.2 Определение вязкости воздуха методом истечения из капилляра.			3		1	
	Лабораторная работа № 2.3			4		2	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
	Изучение законов теплового излучения.						
ПК-1: ИД-ПК-1.2 ПК-5: ИД-ПК-5.2 ИД-ПК-5.3	Экзамен						Экзамен в письменной форме по билетам
	<b>ИТОГО за третий семестр</b>	<b>34</b>		<b>34</b>		<b>40</b>	
	<b>ИТОГО за весь период</b>	<b>34</b>		<b>34</b>		<b>40</b>	

## 3.3. Краткое содержание учебной дисциплины

№ пп	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание раздела (темы)
<b>Раздел I</b>	<b>Основы технической термодинамики</b>	
Тема 1.1	Термодинамические системы и термодинамические параметры их состояния.	Предмет изучения теплофизики. Тепловое движение. Температура. Предмет изучения технической термодинамики. Термодинамические системы и их виды. Состояние термодинамического равновесия. Виды термодинамических параметров. Давление. Удельный объем. Шкалы измерения температуры.
Тема 1.2	Термические уравнения состояния термодинамических систем. Диаграммы состояний.	Термические уравнения состояния термодинамических систем. Молекулярно-кинетическая теория строения и тепловых свойств вещества (МКТ). Модель идеального газа. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Основное уравнение МКТ идеальных газов. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Уравнение Майера-Боголюбова. Диаграммы состояний термодинамических систем. Диаграммы состояний воды. Смеси идеальных газов. Закон Дальтона. Закон Амага. Уравнение состояния смеси идеальных газов.
Тема 1.3	Энергия, работа, теплота. Первое начало термодинамики. Термодинамические потенциалы. Теплоемкость.	Энергия. Закон сохранения и превращения энергии. Теплообмен. Работа. Количество теплоты. Деформационная работа. Располагаемая работа. Рабочее тело. Теплоемкость термодинамической системы. Внутренняя энергия термодинамической системы и ее свойства. Закон Больцмана о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы молекул. Первое начало термодинамики. Энтальпия и ее свойства. Виды термодинамических потенциалов. Теплоемкость газов, жидкостей и твердых тел. Уравнение Майера.
Тема 1.4	Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Изопроцессы.	Изменение состояния термодинамической системы. Равновесные процессы. Квазистатические процессы. Обратимые процессы. Круговые процессы (циклы). Необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Энтропия. Виды изопроцессов. Политропический процесс. Анализ изопроцессов в идеальных газах.
Тема 1.5	Тепловые двигатели. Термодинамические циклы.	Виды тепловых двигателей и их КПД. Элементы тепловых двигателей (нагреватель, холодильник, рабочее тело). Виды термодинамических циклов. Цикл Карно. Двигатель внутреннего сгорания. Цикл Отто. Цикл с изобарным подводом тепла (Цикл Дизеля).
<b>Раздел II</b>	<b>Основы теории теплообмена</b>	
Тема 2.1	Основные понятия теории теплообмена. Законы теплопроводности и конвективного теплообмена.	Виды теплообмена: теплопроводность, конвекция, теплообмен излучением. Теплоотдача. Теплопередача. Радиационно-конвективный теплообмен. Температурное поле. Температурный градиент. Плотность теплового потока. Изотермические поверхности. Изотермы. Коэффициент теплопроводности. Закон Фурье. Коэффициент теплоотдачи конвекцией. Закон Ньютона-Рихмана. Определение коэффициента теплопроводности в различных веществах. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Коэффициент



		температуропроводности. Краевые условия задач теплопроводности.
Тема 2.2	Стационарная теплопроводность и теплопередача.	Дифференциальное уравнение стационарной теплопроводности. Стационарная теплопроводность через плоскую стенку. Стационарная теплопроводность через многослойную плоскую стенку. Стационарная теплопередача через плоскую стенку. Стационарное температурное поле в плоской стенке при наличии тепловыделений. Стационарная теплопроводность в цилиндрической стенке. Стационарная теплопередача через цилиндрическую стенку. Критический диаметр изоляции. Стационарная теплопроводность в цилиндре при наличии внутренних тепловыделений.
Тема 2.3	Конвективный теплообмен.	Основные понятия и определения конвективного теплообмена. Теплоноситель. Свободная и вынужденная конвекция. Ламинарный и турбулентный режимы движения теплоносителя. Гидродинамический и пограничный слои теплоносителя. Факторы, определяющие интенсивность конвекции. Температурный коэффициент объемного расширения теплоносителя. Динамический и кинематический коэффициенты вязкости теплоносителя. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена. Дифференциальное уравнение теплоотдачи. Уравнение Навье-Стокса. Уравнение неразрывности потока.
Тема 2.4	Элементы теории подобия.	Основные понятия теории подобия. Геометрическое подобие. Физическое подобие. Однородные физические величины. Сходственные точки и сходственные моменты времени. Константы подобия. Безразмерный вид уравнения теплоотдачи. Числа и критерии подобия. Число Нуссельта. Критерии Рейнольдса, Грасгофа, Прандтля. Теоремы подобия. Уравнение подобия. Определяющие и определяемые критерии подобия. Определяющий размер и определяющая температура. Получение уравнений подобия на основе анализа размерностей. Метод Рэлея. Получение эмпирических критериальных уравнений. Критериальные уравнения теплоотдачи при свободной конвекции. Критериальные уравнения при движении теплоносителя в трубах.
Тема 2.5	Нестационарная теплопроводность в бесконечной пластине.	Математическая формулировка задачи и приведение ее к безразмерному виду. Число Фурье. Число Био. Аналитическое решение задачи методом разделения переменных и зависимость решения от числа Био. Регулярный тепловой режим. Теоремы Кондратьева.
Тема 2.6	Основы теплообмена излучением.	Лучистый теплообмен. Тепловое излучение. Равновесное излучение. Отражение и поглощение энергии излучения. Поток излучения. Отражательная, пропускательная и поглощательная способности тела. Абсолютно белое и абсолютно черное тела. Серое тело. Степень черноты. Плотность потока излучения. Интегральное излучение. Спектральная плотность потока излучения. Интенсивность излучения. Законы теплового излучения: закон Планка, закон смещения

		Вина, закон Стефана-Больцмана, закон Кирхгофа, закон Ламберта. Эффективное и результирующее излучение. Теплообмен излучением в системе тел с плоскопараллельными поверхностями. Теплообмен излучением при наличии экранов. Оптическая пирометрия. Радиационная, яркостная и цветовая температуры.
--	--	---

### 3.4. Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию. Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

- подготовку к лекциям и лабораторным занятиям, экзамену;
- изучение учебников и учебных пособий;
- подготовка к выполнению лабораторных работ и отчетов по ним;
- подготовка к промежуточной аттестации в течение семестра.

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и (или) индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

- проведение консультаций перед экзаменом.

### 3.5. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

При реализации программы учебной дисциплины возможно применение электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ).

Реализация программы учебной дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий регламентируется действующими локальными актами университета.

Применяются следующие разновидности реализации программы с использованием ЭО и ДОТ:

использование ЭО и ДОТ	использование ЭО и ДОТ	объем, час	включение в учебный процесс
Смешанное обучение	Лекции	34	В соответствии с расписанием учебных занятий
Смешанное обучение	Лабораторные занятия	34	В соответствии с расписанием учебных занятий

В электронную образовательную среду, по необходимости, могут быть перенесены отдельные виды учебной деятельности.

#### 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

##### 4.1. Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенции.

Уровни сформированности компетенции(-й)	Итоговое количество баллов в 100-балльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Оценка в пятибалльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Показатели уровня сформированности профессиональных компетенций
			ПК-1: ИД-ПК-1.2 ПК-5: ИД-ПК-5.2 ИД-ПК-5.3
высокий	85 – 100	отлично	Обучающийся: - исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет связывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения.
повышенный	65 – 84	хорошо	Обучающийся: - достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает в тезисной форме основные понятия.
базовый	41 – 64	удовлетворительно	Обучающийся: - демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП.
низкий	0 – 40	неудовлетворительно	Обучающийся: – демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.

#### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Теплофизика» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине, указанных в разделе 2 настоящей программы.

## 5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий										
1.	Устный опрос перед началом лабораторной работы.	<p>Сформулировать цель и задачи лабораторной работы.            Указать смысл основных формул, используемых в лабораторной работе.            Сформулировать ожидаемые результаты лабораторной работы.            Сформулировать основные правила и меры безопасности при выполнении работы.</p>										
2.	Письменный отчет по лабораторной работе.	<p>После выполнения лабораторной работы обучающийся представляет отчет по выполненной работе в соответствии с методическими рекомендациями преподавателя.  <u>Пример.</u> Отчет по лабораторной работе «Температурная зависимость давления газа» (<a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_ru.html">https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_ru.html</a>).  <u>Задание:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Изучить процессы установления термодинамического равновесия в газе. Для этого впустить насосом указанное в варианте количество тяжелых/легких частиц в емкость. Установить заданную в варианте длину емкости (двигая ее левую ручку), которая зафиксирует объем емкости. После того, как частицы равномерно распределятся по объему емкости, охладить газ до 1 К. Определить соответствующее данному равновесному состоянию давление.</li> <li>2) Построить графики зависимости давления газа от его температуры (в Кельвинах и градусах по Цельсию) по 20 экспериментальным точкам при постоянном объеме (для этого постепенно нагревать емкость до температуры, указанной в варианте, и для каждого значения температуры фиксировать соответствующее ей давление газа в Па (<math>\text{Па} = \text{Н/м}^2</math>)). Указать на графиках приборные погрешности измеренных величин. Объяснить полученные графики с помощью формул закона Шарля.</li> </ol> <table border="1" data-bbox="864 970 2110 1118"> <thead> <tr> <th data-bbox="864 970 1099 1050">ФИО</th> <th data-bbox="1099 970 1272 1050">№ варианта</th> <th data-bbox="1272 970 1568 1050">Тип частиц и их количество</th> <th data-bbox="1568 970 1839 1050">Длина емкости, нм</th> <th data-bbox="1839 970 2110 1050">Конечная температура, К</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="864 1050 1099 1118">Терешок А.И.</td> <td data-bbox="1099 1050 1272 1118">1</td> <td data-bbox="1272 1050 1568 1118">Тяжелые, 68</td> <td data-bbox="1568 1050 1839 1118">7.5</td> <td data-bbox="1839 1050 2110 1118">700</td> </tr> </tbody> </table> <p>Результаты:</p>	ФИО	№ варианта	Тип частиц и их количество	Длина емкости, нм	Конечная температура, К	Терешок А.И.	1	Тяжелые, 68	7.5	700
ФИО	№ варианта	Тип частиц и их количество	Длина емкости, нм	Конечная температура, К								
Терешок А.И.	1	Тяжелые, 68	7.5	700								

The image shows a simulation interface for a gas in a container. The central part of the interface is a dark rectangular box representing the container, filled with numerous small blue spheres representing particles. A white dashed line at the bottom of the container indicates a width of  $7.5 \text{ nm}$ . To the right of the container is a pressure gauge labeled "Давление" (Pressure) with a red needle pointing to a value of  $5 \text{ kPa}$ . Above the container is a vertical scale with a red bulb at the bottom, labeled "1 K". Below the container is a control panel with a slider labeled "Нагрев" (Heat) and "Охлаждение" (Cooling). To the right of the container is a blue vertical cylinder representing a piston or pump. The interface includes several control panels and buttons:

- Top right: A panel with three checkboxes: "Ширина" (Width) with a double-headed arrow icon, "Секундомер" (Stopwatch) with a blue minus icon, and "Счетчик столкновений" (Collision Counter) with a yellow minus icon.
- Middle right: A panel titled "Частицы" (Particles) with two sections: "Тяжелые" (Heavy) represented by a blue dot and "Легкие" (Light) represented by a red dot. Each section has left and right arrow buttons and a numerical display (68 for heavy, 0 for light).
- Bottom left: A blue pause button and a grey play button.
- Bottom center: A home icon and two "Введение" (Introduction) icons.
- Bottom right: A blue square button with a blue dot, a grey square button with a red dot, and a large orange circular refresh button.

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий																																																															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1294 236 1424 274">№</th> <th data-bbox="1424 236 1550 274">Т, К</th> <th data-bbox="1550 236 1677 274">р, кПа</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td data-bbox="1294 274 1424 312">1</td><td data-bbox="1424 274 1550 312">1</td><td data-bbox="1550 274 1677 312">5</td></tr> <tr><td data-bbox="1294 312 1424 351">2</td><td data-bbox="1424 312 1550 351">35</td><td data-bbox="1550 312 1677 351">127</td></tr> <tr><td data-bbox="1294 351 1424 389">3</td><td data-bbox="1424 351 1550 389">70</td><td data-bbox="1550 351 1677 389">251</td></tr> <tr><td data-bbox="1294 389 1424 427">4</td><td data-bbox="1424 389 1550 427">105</td><td data-bbox="1550 389 1677 427">379</td></tr> <tr><td data-bbox="1294 427 1424 466">5</td><td data-bbox="1424 427 1550 466">140</td><td data-bbox="1550 427 1677 466">503</td></tr> <tr><td data-bbox="1294 466 1424 504">6</td><td data-bbox="1424 466 1550 504">175</td><td data-bbox="1550 466 1677 504">630</td></tr> <tr><td data-bbox="1294 504 1424 542">7</td><td data-bbox="1424 504 1550 542">210</td><td data-bbox="1550 504 1677 542">754</td></tr> <tr><td data-bbox="1294 542 1424 580">8</td><td data-bbox="1424 542 1550 580">245</td><td data-bbox="1550 542 1677 580">880</td></tr> <tr><td data-bbox="1294 580 1424 619">9</td><td data-bbox="1424 580 1550 619">280</td><td data-bbox="1550 580 1677 619">1005</td></tr> <tr><td data-bbox="1294 619 1424 657">10</td><td data-bbox="1424 619 1550 657">315</td><td data-bbox="1550 619 1677 657">1132</td></tr> <tr><td data-bbox="1294 657 1424 695">11</td><td data-bbox="1424 657 1550 695">350</td><td data-bbox="1550 657 1677 695">1258</td></tr> <tr><td data-bbox="1294 695 1424 734">12</td><td data-bbox="1424 695 1550 734">385</td><td data-bbox="1550 695 1677 734">1384</td></tr> <tr><td data-bbox="1294 734 1424 772">13</td><td data-bbox="1424 734 1550 772">420</td><td data-bbox="1550 734 1677 772">1508</td></tr> <tr><td data-bbox="1294 772 1424 810">14</td><td data-bbox="1424 772 1550 810">455</td><td data-bbox="1550 772 1677 810">1636</td></tr> <tr><td data-bbox="1294 810 1424 849">15</td><td data-bbox="1424 810 1550 849">490</td><td data-bbox="1550 810 1677 849">1759</td></tr> <tr><td data-bbox="1294 849 1424 887">16</td><td data-bbox="1424 849 1550 887">525</td><td data-bbox="1550 849 1677 887">1889</td></tr> <tr><td data-bbox="1294 887 1424 925">17</td><td data-bbox="1424 887 1550 925">560</td><td data-bbox="1550 887 1677 925">2012</td></tr> <tr><td data-bbox="1294 925 1424 963">18</td><td data-bbox="1424 925 1550 963">595</td><td data-bbox="1550 925 1677 963">2137</td></tr> <tr><td data-bbox="1294 963 1424 1002">19</td><td data-bbox="1424 963 1550 1002">630</td><td data-bbox="1550 963 1677 1002">2265</td></tr> <tr><td data-bbox="1294 1002 1424 1040">20</td><td data-bbox="1424 1002 1550 1040">700</td><td data-bbox="1550 1002 1677 1040">2514</td></tr> </tbody> </table>	№	Т, К	р, кПа	1	1	5	2	35	127	3	70	251	4	105	379	5	140	503	6	175	630	7	210	754	8	245	880	9	280	1005	10	315	1132	11	350	1258	12	385	1384	13	420	1508	14	455	1636	15	490	1759	16	525	1889	17	560	2012	18	595	2137	19	630	2265	20	700	2514
№	Т, К	р, кПа																																																															
1	1	5																																																															
2	35	127																																																															
3	70	251																																																															
4	105	379																																																															
5	140	503																																																															
6	175	630																																																															
7	210	754																																																															
8	245	880																																																															
9	280	1005																																																															
10	315	1132																																																															
11	350	1258																																																															
12	385	1384																																																															
13	420	1508																																																															
14	455	1636																																																															
15	490	1759																																																															
16	525	1889																																																															
17	560	2012																																																															
18	595	2137																																																															
19	630	2265																																																															
20	700	2514																																																															

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий																																				
		<div data-bbox="817 199 1780 790" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">p, кПа</p> <table border="1"> <caption>Approximate data points from the graph</caption> <thead> <tr> <th>T, K</th> <th>p, кПа</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>50</td><td>150</td></tr> <tr><td>100</td><td>300</td></tr> <tr><td>150</td><td>450</td></tr> <tr><td>200</td><td>600</td></tr> <tr><td>250</td><td>750</td></tr> <tr><td>300</td><td>900</td></tr> <tr><td>350</td><td>1050</td></tr> <tr><td>400</td><td>1200</td></tr> <tr><td>450</td><td>1350</td></tr> <tr><td>500</td><td>1500</td></tr> <tr><td>550</td><td>1650</td></tr> <tr><td>600</td><td>1800</td></tr> <tr><td>650</td><td>1950</td></tr> <tr><td>700</td><td>2100</td></tr> <tr><td>750</td><td>2250</td></tr> <tr><td>800</td><td>2400</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">T, К</p> </div> <p data-bbox="817 813 1467 853">Приборные погрешности: <math>\Delta p = 0,5</math> кПа; <math>\Delta T = 0,5</math> К.</p> <p data-bbox="817 853 2128 933">Вывод: при постоянстве объема газа соотношение, выражающее закон Шарля, соответствует графику линейной зависимости <math>p</math> (давления) от <math>T</math> (температуры): <math>p = const \cdot T</math>.</p>	T, K	p, кПа	0	0	50	150	100	300	150	450	200	600	250	750	300	900	350	1050	400	1200	450	1350	500	1500	550	1650	600	1800	650	1950	700	2100	750	2250	800	2400
T, K	p, кПа																																					
0	0																																					
50	150																																					
100	300																																					
150	450																																					
200	600																																					
250	750																																					
300	900																																					
350	1050																																					
400	1200																																					
450	1350																																					
500	1500																																					
550	1650																																					
600	1800																																					
650	1950																																					
700	2100																																					
750	2250																																					
800	2400																																					



## 5.2. Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Устный опрос перед началом лабораторной работы	Обучающийся полно излагает материал (отвечает на вопросы), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, знает последовательность проведения опытов и измерений, условия и режимы, обеспечивающие получение правильных результатов и выводов.		Обучающийся допускается к выполнению лабораторной работы
	Обучающийся владеет знаниями только по основному материалу, но не знает отдельных деталей и особенностей, допускает неточности и испытывает затруднения с формулировкой определений, знает последовательность проведения опытов и измерений, условия и режимы, обеспечивающие получение правильных результатов и выводов.		Обучающийся допускается к выполнению лабораторной работы
	Обучающийся обладает фрагментарными знаниями материала, слабо владеет понятийным аппаратом, нарушает последовательность в изложении материала, допускает неточности в определении понятий или при формулировке правил, излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в изложении последовательности проведения опытов и измерений, условий и режимов, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов.		Обучающийся допускается к выполнению лабораторной работы
	Обучающийся обнаруживает незнание большей части материала лабораторной работы, допускает ошибки в формулировке определений, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Отмечаются недостатки в подготовке, которые являются серьезным препятствием к успешному выполнению лабораторной работы.		Обучающийся не допускается к выполнению лабораторной работы
Письменный отчет по лабораторной работе	Работа выполнена полностью. Нет ошибок в логических рассуждениях. Возможно наличие одной неточности или опiski, не являющейся следствием незнания или непонимания учебного материала. Обучающийся показал полный объем знаний, умений в освоении пройденной темы и применении ее на практике.	85% - 100%	5 (Зачтено)
	Работа выполнена полностью, но обоснований шагов решения недостаточно.	65% - 84 %	4 (Зачтено)

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	Допущена одна ошибка или два-три недочета.		
	Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов.	41% -64%	3 (Зачтено)
	Работа выполнена не полностью. Допущены грубые ошибки.	1 % - 40 %	2 (Не зачтено)
	Работа не выполнена.	0 %	

### 5.3. Промежуточная аттестация:

Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:
Экзамен в письменной форме по билетам	<b>БИЛЕТ № 1</b>
	<p>1. Абсолютному нулю температур:            А. соответствует температура 0 К;    Б. соответствует точка нулевого давления;            В. соответствует отрицательная температура в градусах Цельсия;    Г. соответствует нулевая энтропия.</p> <p>2. Класс точности термометра равен 2,5. Вся шкала прибора содержит 200 делений, цена деления равна 0,5<sup>0</sup> С. Абсолютная ошибка измерений этим прибором (привести пояснение):            А. более 3<sup>0</sup> С;    Б. менее 3<sup>0</sup> С;    В. 3<sup>0</sup> С;    Г. 0.4<sup>0</sup> С.</p> <p>3. Изотермические поверхности:            А. могут пересекаться;    Б. могут замыкаться на себя внутри тела;    В. не могут кончаться на границах тела;    Г. представляют собой совокупности точек пространства с одинаковой температурой.</p> <p>4. Закон смещения Вина:            А. описывает процессы теплообмена излучением;    Б. описывает процессы конвективного теплообмена;            В. устанавливает взаимосвязь между температурой излучающего тела и длиной волны электромагнитного излучения, соответствующей максимуму спектральной плотности потока излучения абсолютно черного тела;    Г. не является частным случаем закона Планка.</p>
	<b>БИЛЕТ № 2</b>
	<p>1. Внутренняя энергия идеального газа:            А. равна кинетической энергии беспорядочного движения его молекул; Б. равна кинетической энергии упорядоченного движения его молекул; В. равна потенциальной энергии взаимодействия его молекул;            Г. может изменяться при теплообмене и совершении газом работы.</p>

	<p>2. Класс точности барометра равен 4. Вся шкала прибора содержит 50 делений, цена деления равна 5 атм. Абсолютная ошибка измерений этим прибором (привести пояснение):          А. более 5 атм;    Б. менее 5 атм;    В. 5 атм;    Г. 0.5 атм.</p> <p>3. В математическое выражение закона Фурье в векторном виде:          А. входит градиент температуры;    Б. не входит коэффициент теплопроводности;    В. входит вектор плотности теплового потока;    Г. входят производные температуры по пространственным координатам.</p> <p>4. Отражательная способность тела:          А. зависит от частоты излучения;    Б. не зависит от температуры тела;    В. является размерной величиной;    Г. зависит от химического состава тела.</p>
--	--

#### 5.4. Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины:

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		Экзамен в письменной форме по билетам	За выполнение каждого тестового задания испытуемому выставляются баллы. Минимальная оценка в баллах за одно задание – 0, максимальная – 1. Максимальная оценка в баллах за выполнение всех заданий – 4 (100 %).
		65% - 84 %	4
		41%-64%	3
		Менее 40%	2

5.5. Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

Форма контроля	100-балльная система	Пятибалльная система
Текущий контроль:		
- письменный отчет по лабораторной работе	0 - 5 баллов (0% - 100%)	2 – 5
Промежуточная аттестация: экзамен	0 - 100 баллов	отлично хорошо
<b>Итого за семестр</b>	0 - 100 баллов	удовлетворительно неудовлетворительно

Полученный совокупный результат конвертируется в пятибалльную систему оценок в соответствии с таблицей:

100-балльная система	пятибалльная система	
	зачет с оценкой/экзамен	зачет
85 – 100 баллов	отлично	
65 – 84 баллов	хорошо	
41 – 64 баллов	удовлетворительно	
0 – 40 баллов	неудовлетворительно	

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:

- проблемная лекция;
- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
- дистанционные образовательные технологии;
- применение электронного обучения;
- компьютерные симуляции.

## 7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Проводятся отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, которая необходима для последующего выполнения практической работы.

## 8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим

вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.

Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов.

Для подготовки к ответу на лабораторном занятии студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
<b>119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 1</b>	
Аудитория для проведения занятий лекционного типа № 1617	Комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор
Учебная лаборатория № 1617 «Механика и молекулярная физика»	Лабораторная установка по определению вязкости жидкости методом Стокса. Состав: стеклянный цилиндр, наполненный глицерином, шарики, секундомер, микрометр. Лабораторная установка по определению вязкости воздуха методом истечения из капилляра. Состав: установка для определения вязкости воздуха, секундомер, барометр, термометр. Лабораторная установка по определению отношения теплоемкостей газа при постоянном

<b>Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.</b>	<b>Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.</b>
	давлении и при постоянном объеме методом Клемана-Дезорма. Состав: стеклянный баллон с манометром, насос, секундомер.
Учебная лаборатория № 1603 «Электричество и магнетизм»	Подключение к сети Интернет. Компьютерная техника.
<b>Помещения для самостоятельной работы обучающихся</b>	<b>Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся</b>
Читальный зал библиотеки:	Компьютерная техника. Подключение к сети Интернет.

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины при обучении с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

<b>Необходимое оборудование</b>	<b>Параметры</b>	<b>Технические требования</b>
Персональный компьютер/ноутбук/планшет, камера, микрофон, динамики, доступ в сеть Интернет	Веб-браузер	Версия программного обеспечения не ниже: Chrome 72, Opera 59, Firefox 66, Edge 79, Яндекс. Браузер 19.3
	Операционная система	Версия программного обеспечения не ниже: Windows 7, macOS 10.12 «Sierra», Linux
	Веб-камера	640x480, 15 кадров/с
	Микрофон	любой
	Динамики (колонки или наушники)	любые
	Сеть (интернет)	Постоянная скорость не менее 192 кБит/с

Технологическое обеспечение реализации программы осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.

### 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, УП, МП и др.)	Издательство	Год издания	Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса (заполняется для изданий в электронном виде)	Количество экземпляров в библиотеке Университета
10.1 Основная литература, в том числе электронные издания							
1.	Савельев И.В.	Курс общей физики. В 3-х т. Т.1: Механика. Молекулярная физика.	Учебник	М.: Наука	2006 2007 2008 1986-87		91 4 2 938
2.	Гвоздкова И.А.	Физика. Компьютерный лабораторный практикум	Учебное пособие	М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»	2022		5
3.	Кирьянов А.П., Шапкарин И.П.	Физика	Учебное пособие	М.: ИЛЕКСА	2012		220
10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1.	Карышев А.К. Лалин Ю.Д., Симонов В.П.	Теплофизика.	Учебное пособие	М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана	2002		1
2.	Рабинович В.А.	Теплофизические свойства веществ.	Стандарт	М.: Стандарт	1970		1

## 11. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

11.1. Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	ЭБС «Лань» <a href="http://www.e.lanbook.com/">http://www.e.lanbook.com/</a>
2.	«Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
3.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы	
1.	PhET (Physics Education Technology) - моделирование физических явлений <a href="https://phet.colorado.edu/">https://phet.colorado.edu/</a>
2.	Wolfram Alpha — база знаний и набор вычислительных алгоритмов <a href="https://www.wolframalpha.com/">https://www.wolframalpha.com/</a>
3.	Библиотека интерактивных материалов 1С:Урок – моделирование физических явлений <a href="https://urok.1c.ru/library/">https://urok.1c.ru/library/</a>

11.2. Перечень программного обеспечения

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/ Свободно распространяемое
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019



**ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ  
ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ**

В рабочую программу учебной дисциплины внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

<b>№ пп</b>	<b>год обновления РПД</b>	<b>характер изменений/обновлений с указанием раздела</b>	<b>номер протокола и дата заседания кафедры</b>