



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Строительной физики и химии

УТВЕРЖДАЮ

Начальник учебно-методического управления

С.В. Михайлов

«29» июня 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Физика

направление подготовки/специальность 20.03.01 Техносферная безопасность

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Техносферная безопасность

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2021

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются: ознакомление студентов с современной физической картиной мира, формирование у студентов естественнонаучного мировоззрения и современного физического мышления, обучение грамотному применению положений фундаментальной физики к научному анализу ситуаций, с которыми специалисту придется сталкиваться при создании новых технологий.

В результате освоения дисциплины «Физика» студент должен изучить физические явления и законы природы, границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; познакомиться с основными физическими величинами, знать их определение, смысл, способы и единицы измерения; знать назначение и принципы действия важнейших измерительных приборов.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение основных физических явлений, овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями классической и современной физики, а также методами физического исследования;
- овладение приемами и методами решения конкретных задач из различных областей физики;
- ознакомление с современной измерительной аппаратурой, формирование навыков проведения физического эксперимента, умение выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей специальности.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-1 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека;	ОПК-1.1 Демонстрирует понимание современных тенденций развития техники и технологий в области техносферной безопасности	<b>знает</b> основополагающие физические принципы применимые в области техники и технологий техносферной безопасности <b>умеет</b> использовать полученные физические знания для решения профессиональных задач <b>владеет навыками</b> навыками выявления системных связей между современными тенденциями развития техники и технологий в области техносферной безопасности и физическими процессами

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Осуществляет системно-структурный выбор информационных ресурсов (в том числе в цифровой среде) для поиска информации в соответствии с поставленной задачей	<b>знает</b> источники поиска информации <b>умеет</b> находить информацию в источниках в соответствии с поставленной задачей <b>владеет навыками</b> навыками использования информационных ресурсов для поиска информации
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2 Выявляет информацию, значимую для поставленной задачи	<b>знает</b> основные физические законы для критического отбора необходимой информации <b>умеет</b> осуществлять анализ и синтез отобранной информации для создания алгоритмов решения поставленной задачи <b>владеет навыками</b> навыками применения физических знаний для отбора необходимой информации
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.4 Составляет последовательность (алгоритм) решения задачи	<b>знает</b> знать физическую природу основных, вредных и поражающих факторов и их источники. <b>умеет</b> использовать полученные физические знания для решения задач профессиональной деятельности. <b>владеет навыками</b> физико-математическим аппаратом для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.12 основной профессиональной образовательной программы 20.03.01 Техносферная безопасность и относится к обязательной части учебного плана.

Дисциплина относится к базовой части математического и естественно-научного цикла. Она основывается на знаниях, навыках и умениях, приобретённых в результате освоения физики «базовый уровень»:

#### Механика

1. Кинематика: механическое движение, путь, перемещение, скорость, ускорение. Равномерное и равнопеременное движение.

2. Динамика: Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Второй закон Ньютона, масса, сила. Третий закон Ньютона. Закон всемирного тяготения. Закон Гука. Импульс. Закон сохранения импульса. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике. Работа, мощность.

Молекулярная физика. Тепловые явления.

1. Основы молекулярно-кинетической теории. Основное уравнение МКТ.

2. Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы.

3. Первый закон термодинамики. Работа при изменении объема газа. Внутренняя энергия идеального газа. Применение первого закона термодинамики для изопроцессов - Адиабатический процесс. Силовые машины, к.п.д. тепловой машины.

4. Изменение агрегатного состояния вещества (плавление, парообразование, конденсация).

Электростатика

1. Электрические заряды. Закон их сохранения. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Силовые линии поля. Принцип суперпозиции полей.

2. Работа по перемещению электрического заряда в электрическом поле. Потенциал. Разность потенциалов.

3. Электроемкость. Конденсаторы. Электроемкость плоского конденсатора. Энергия электрического поля конденсатора.

Законы постоянного тока.

1. Сила тока. Сопротивление. Закон Ома для участка цепи.

2. Электродвижущая сила. Закон Ома для замкнутой цепи.

3. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.

Магнитное поле. Электро-магнитная индукция.

1. Магнитное поле. Индукция магнитного поля. Сила Ампера.

2. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Сила Лоренца.

3. Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция. Энергия магнитного поля.

Механические и электромагнитные колебания.

1. Гармоническое колебание. Математический маятник. Пружинный маятник.

2. Волны. Уравнение волны. Длина волны, звуковые волны.

3. Колебательный контур. Электромагнитные колебания, их период. Электромагнитные волны.

Оптика.

1. Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение света.

2. Линзы. Построение изображения в линзах. Формула линзы.

3. Дисперсия света. Интерференция и дифракция световых волн.

Квантовая физика.

1. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Фотоны. Энергия, масса, импульс фотона.

2. Строение атома

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Основы архитектурно-строительных конструкций	ПК-5.2
2	Безопасность жизнедеятельности	ОПК-1.1, УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4
3	Метрология, стандартизация и сертификация	ОПК-3.1

4	Механика жидкости и газа	ОПК-1.1
5	Пожаро-защитные свойства строительных материалов и конструкций	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
6	Строительные машины и оборудование	ПК-1.2
7	Электротехника и электроснабжение	ПК-1.1
8	Основы теплогасоснабжения и вентиляции	ПК-1.1
9	Основы водоснабжения и водоотведения	ПК-1.1
10	Системы защиты среды обитания	ОПК-1.1, ПК-6.1
11	Основы деталей машин и теории механизмов	ОПК-1.1
12	Экология	УК-8.1, ОПК-2.2, ПК-6.2, ПК-6.7
13	Обеспечение пожарной безопасности объектов	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК(Ц)- 1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)- 1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6
14	Надежность технических систем и техногенный риск	ОПК-2.2, ПК-2.2

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

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр	
			1	2
<b>Контактная работа</b>	112		48	64
Лекционные занятия (Лек)	48	0	16	32
Лабораторные занятия (Лаб)	32	0	16	16
Практические занятия (Пр)	32	0	16	16
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	0,25			0,25
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)				
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))				
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача экзамена)	0,25			0,25
<b>Часы на контроль</b>	30,75		4	26,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	73		20	53
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>				
<b>часы:</b>	216		72	144
<b>зачетные единицы:</b>	6		2	4

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

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Физические основы механики										
1.1.	Физические основы механики	1	2		2		2		2	8	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
1.2.	Динамика поступательного и вращательного движения	1	2		2		2		2	8	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
1.3.	Работа и энергия	1	2		2		2		2	8	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
1.4.	Механика вращательного движения твердого тела.	1	2		2		3		1,1	8,1	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
1.5.	Физика колебаний и волн.	1	2		2		1		3	8	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
2.	2 раздел. Молекулярная физика и термодинамика										
2.1.	Основы молекулярно-кинетической теории	1	1		2		3		4	10	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
2.2.	Статистическая физика.	1	2		1				2	5	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
2.3.	Основы термодинамики	1	2		2		2		2	8	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
2.4.	Явления переноса.	1	1		1		1		1,9	4,9	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
3.	3 раздел. Контроль										
3.1.	Зачёт	1								4	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2

4.	4 раздел. Электричество и магнетизм										
4.1.	Электростатика	2	3		2		2		5	12	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
4.2.	Постоянный ток	2	2		2		2		5	11	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
4.3.	Магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа	2	3		2		2		4	11	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
4.4.	Магнитные свойства вещества.	2	1						4	5	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2
4.5.	Действие магнитного поля на движущиеся заряды и токи.	2	2		1		2		2	7	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
4.6.	Электромагнитная индукция	2	2		1				2	5	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
4.7.	Основы теории Максвелла для электромагнитного поля	2	2						3	5	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2
5.	5 раздел. Волновая оптика										
5.1.	Интерференция света	2	2		1				2	5	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
5.2.	Дифракция света	2	2		1		1		4	8	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
5.3.	Поляризация света	2	2		1		2		4	9	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
6.	6 раздел. Элементы квантовой физики атомов и молекул										
6.1.	Тепловое излучение и его законы	2	2		1		1		4	8	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
6.2.	Внешний фотоэффект. Эффект Комптона	2	1		2		1		2	6	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4

6.3.	Планетарная модель атома Бора-Резерфорда	2	2		2		2		4	10	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4
6.4.	Элементы квантовой механики. Уравнение Шредингера	2	4						4	8	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2
6.5.	Элементы физики твердого тела.	2	2				1		4	7	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2
7.	7 раздел. Контроль										
7.1.	Экзамен	2								27	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2

### 5.1. Лекции

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций									
1	Физические основы механики	Кинематика поступательного и вращательного движения Материальная точка. Траектория, путь, перемещение. Система отсчета. Скорость, ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорения. Кинематика вращательного движения Элементарный поворот. Угловые скорость и ускорение, их связь с аналогичными линейными величинами.									
2	Динамика поступательного и вращательного движения	Динамика поступательного движения Инерциальные системы отсчета, законы Ньютона, сила тяжести, вес тел, сила упругости, силы трения. Импульс. Закон сохранения импульса. Уравнение движения тела переменной массы. Закон всемирного тяготения. Гравитационное поле. Космические скорости. Неинерциальные системы отсчета.									
3	Работа и энергия	Работа и энергия Энергия, работа, мощность. Кинетическая и потенциальная энергии. закон сохранения энергии. Графическое представление энергии. Удар абсолютно упругих и неупругих тел.									
4	Механика вращательного движения твердого тела.	Механика вращательного движения твердого тела. Момент силы, момент импульса, момент инерции. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Теорема Штейнера. Работа при вращательном движении. Кинетическая энергия вращающегося тела. Момент импульса и закон его сохранения. Гироскоп.									
5	Физика колебаний и волн.	Физика колебаний и волн Колебания. Виды колебаний. Гармонические колебания. Динамика гармонических колебаний. Пружинный, математический и физический маятники. Энергия гармонического колебания. Сложение гармонических колебаний. Затухающие и вынужденные колебания.									
6	Основы молекулярно-кинетической теории	Основы молекулярно-кинетической теории. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.									
7	Статистическая физика.	Статистическая физика Понятие о статистическом распределении. Распределение Максвелла. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.									
8	Основы	Основы термодинамики									



	термодинамики	Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул. Теплота, работа и внутренняя энергия. Первое начало термодинамики. Теплоемкость газов. Адиабатный процесс. Уравнение Майера. Уравнение Пуассона. Политропические процессы. Второе начало термодинамики. Энтропия в термодинамике. Неравенство Клаузиуса. Цикл Карно. КПД тепловых двигателей.
9	Явления переноса.	Явления переноса Изотермы Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля-Томсона. Явления переноса. Диффузия в газах. Теплопроводность газов. Вязкость.
11	Электростатика	Электростатика Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Теорема Гаусса. Работа сил электрического поля. Потенциал. Связь между напряженностью поля и потенциалом. Диэлектрики и проводники в электрическом поле. Емкость проводника. Энергия электрического поля.
12	Постоянный ток	Постоянный электрический ток Сила тока. Плотность тока. ЭДС. Сопротивление проводников. Законы Ома в дифференциальной и интегральной форме. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей.
13	Магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа	Магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа Опыт Эрстеда. Магнитное поле. Магнитный момент Магнитная индукция. Закон Био-Савара-Лапласа. Поле прямого и кругового токов. Закон полного тока.
14	Магнитные свойства вещества.	Магнитные свойства вещества. Намагниченность. Напряженность магнитного поля. Условия на границе раздела двух магнетиков. Классификация магнетиков. Магнитный гистерезис
15	Действие магнитного поля на движущиеся заряды и токи.	Действие магнитного поля на движущиеся заряды и токи Закон Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Рамка с током в магнитном поле. Магнитный поток. Работа, совершаемая при перемещении проводника с током в магнитном поле. Теорема Гаусса для магнитного потока.
16	Электромагнитная индукция	Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Самоиндукция. Вихревые токи. Индуктивность контура. Взаимная индукция. Трансформатор. Энергия магнитного поля.
17	Основы теории Максвелла для электромагнитного поля	Основы теории Максвелла для электромагнитного поля Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля. Энергия и импульс электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн.
18	Интерференция света	Интерференция света Понятие о корпускулярно-волновом дуализме. Когерентные волны. Интерференция. Условие максимума и минимума интерференции. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Применения интерференции.
19	Дифракция света	Дифракция света Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционная решетка. Разрешающая способность оптических

		приборов.
20	Поляризация света	Поляризация света Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса. Закон Брюстера. Двойное лучепреломление. Эффект Керра. Вращение плоскости поляризации.
21	Тепловое излучение и его законы	Тепловое излучение и его законы Характеристики теплового излучения. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Формула Рэлея-Джинса. Формула Планка.
22	Внешний фотоэффект. Эффект Комптона	Внешний фотоэффект. Эффект Комптона. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Применение фотоэффекта. Масса и импульс фотона. Давление света. Эффект Комптона и его элементарная теория.
23	Планетарная модель атома Бора-Резерфорда	Планетарная модель атома Бора-Резерфорда Линейчатый спектр атома водорода. Формула Бальмера-Ридберга. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца. Спектр атома водорода по Бору.
24	Элементы квантовой механики. Уравнение Шредингера	Элементы квантовой механики. Уравнение Шредингера Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества. Гипотеза де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Частица в одномерной прямоугольной "потенциальной яме" с бесконечно высокими "стенками". Туннельный эффект.
25	Элементы физики твердого тела.	Элементы физики твердого тела Металлы, диэлектрики и полупроводники по зонной теории. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Контакт двух металлов по зонной теории. Термоэлектрические явления. Полупроводниковые диоды и триоды (транзисторы).

## 5.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Физические основы механики	Кинематика поступательного и вращательного движения Решение задач по теме: равномерное и неравномерное прямолинейное движение. Движение по баллистической траектории.
2	Динамика поступательного и вращательного движения	Динамика поступательного движения Решение задач по теме: Инерциальные системы отсчета, законы Ньютона, сила тяжести, вес тел, сила упругости, силы трения. Импульс. Закон сохранения импульса. Уравнение движения тела переменной массы. Закон всемирного тяготения. Гравитационное поле. Космические скорости. Неинерциальные системы отсчета.
3	Работа и энергия	Работа и энергия Решение задач: Энергия, работа, мощность. Кинетическая и потенциальная энергии. закон сохранения энергии. Графическое представление энергии. Удар абсолютно упругих и неупругих тел.
4	Механика вращательного движения твердого тела.	Механика вращательного движения твердого тела Решение задач: Момент силы, момент импульса, момент инерции. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Теорема Штейнера. Работа при вращательном движении. Кинетическая энергия вращающегося тела. Момент импульса и закон его сохранения.
5	Физика колебаний и	Физика колебаний и волн

	волн.	Решение задач: Колебания. Виды колебаний. Гармонические колебания. Динамика гармонических колебаний. Пружинный, математический и физический маятники. Энергия гармонического колебания. Сложение гармонических колебаний. Затухающие и вынужденные колебания.
6	Основы молекулярно-кинетической теории	Основы молекулярно-кинетической теории Решение задач: Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.
7	Статистическая физика.	Статистическая физика Решение задач: Барометрическая формула. Распределение Больцмана.
8	Основы термодинамики	Основы термодинамики Решение задач: Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул. Теплота, работа и внутренняя энергия. Первое начало термодинамики. Теплоемкость газов. Адиабатный процесс. Уравнение Майера. Уравнение Пуассона. Второе начало термодинамики. Энтропия в термодинамике. Цикл Карно. КПД тепловых двигателей.
9	Явления переноса.	Явления переноса Решение задач: Явления переноса. Диффузия в газах. Теплопроводность газов. Вязкость.
11	Электростатика	Электростатика Решение задач: Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Теорема Гаусса. Работа сил электрического поля. Потенциал. Связь между напряженностью поля и потенциалом. Диэлектрики и проводники в электрическом поле. Емкость проводника. Энергия электрического поля.
12	Постоянный ток	Постоянный электрический ток Решение задач: Сила тока. Плотность тока. ЭДС. Сопротивление проводников. Законы Ома в дифференциальной и интегральной форме. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей.
13	Магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа	Магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа. Решение задач: Магнитный момент Магнитная индукция. Закон Био-Савара-Лапласа. Поле прямого и кругового токов.
15	Действие магнитного поля на движущиеся заряды и токи.	Действие магнитного поля на движущиеся заряды и токи Решение задач: Закон Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Рамка с током в магнитном поле. Магнитный поток. Работа, совершаемая при перемещении проводника с током в магнитном поле.
16	Электромагнитная индукция	Электромагнитная индукция. Решение задач: Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Самоиндукция. Вихревые токи. Индуктивность контура. Взаимная индукция. Энергия магнитного поля.
18	Интерференция света	Интерференция света Решение задач: Интерференция. Условие максимума и минимума интерференции. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Применения интерференции.
19	Дифракция света	Дифракция света Решение задач: Дифракция. Дифракционная решётка.
20	Поляризация света	Поляризация света Решение задач: Закон Малюса. Закон Брюстера.

21	Тепловое излучение и его законы	Тепловое излучение и его законы Решение задач: Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина.
22	Внешний фотоэффект. Эффект Комптона	Внешний фотоэффект. Эффект Комптона. Решение задач: Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Масса и импульс фотона. Давление света.
23	Планетарная модель атома Бора-Резерфорда	Планетарная модель атома Бора-Резерфорда Решение задач: Постулаты Бора. Формула Бальмера-Ридберга.

### 5.3. Лабораторные работы

№ п/п	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ
1	Физические основы механики	Кинематика поступательного и вращательного движения Определение объема цилиндра при помощи штангенциркуля
2	Динамика поступательного и вращательного движения	Динамика поступательного движения Определение ускорения свободного падения при помощи математического маятника
3	Работа и энергия	Работа и энергия Определение момента инерции с помощью маятника Максвелла
4	Механика вращательного движения твердого тела.	Механика вращательного движения твердого тела Изучение основного уравнения динамики вращательного движения
5	Физика колебаний и волн.	Физика колебаний и волн Изучение физического маятника
6	Основы молекулярно-кинетической теории	Основы молекулярно-кинетической теории. Определение универсальной газовой постоянной и плотности воздуха в помещении.
8	Основы термодинамики	Основы термодинамики Определение отношения теплоемкостей воздуха
9	Явления переноса.	Явления переноса Определение коэффициента вязкости и средней длины свободного пробега молекул воздуха
11	Электростатика	Электростатика. Графическое представление электростатического поля
12	Постоянный ток	Постоянный электрический ток Исследование зависимости мощности, выделяемой в цепи постоянного тока, и коэффициента полезного действия источника от силы тока и внешнего сопротивления.
13	Магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа	Магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа. Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли при помощи тангенс-гальванометра.
15	Действие магнитного поля на движущиеся заряды и токи.	Действие магнитного поля на движущиеся заряды и токи Изучение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона
19	Дифракция света	Дифракция света Изучение лазерного излучения. Изучение дифракционной решетки.
20	Поляризация света	Поляризация света

		Изучение интенсивности света, прошедшего через поляроиды
21	Тепловое излучение и его законы	Тепловое излучение и его законы Определение постоянной Стефана-Больцмана
22	Внешний фотоэффект. Эффект Комптона	Внешний фотоэффект. Изучение внешнего фотоэффекта
23	Планетарная модель атома Бора-Резерфорда	Планетарная модель атома Бора-Резерфорда Изучение спектрального состава неоновых-гелиевых источников, используемых в светотехнике. Исследование спектров поглощения и пропускания. Определение длинноволновой границы спектра поглощения и вычисление постоянной Планка.
25	Элементы физики твердого тела.	Элементы физики твердого тела Снятие вольт-амперных характеристик полупроводниковых диодов Изучение работы полупроводникового выпрямителя

#### 5.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Физические основы механики	Кинематика поступательного и вращательного движения Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
2	Динамика поступательного и вращательного движения	Динамика поступательного движения Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
3	Работа и энергия	Работа и энергия Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
4	Механика вращательного движения твердого тела.	Механика вращательного движения твердого тела Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
5	Физика колебаний и волн.	Физика колебаний и волн Упругие волны. Уравнение плоской и сферической волны. Волновое уравнение. Скорость и энергия упругих волн. Стоячие волны. Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
6	Основы молекулярно-кинетической теории	Основы молекулярно-кинетической теории. Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
7	Статистическая физика.	Статистическая физика Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
8	Основы термодинамики	Основы термодинамики Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
9	Явления переноса.	Явления переноса Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
11	Электростатика	Электростатика Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по

		лабораторной работе
12	Постоянный ток	Постоянный электрический ток Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
13	Магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа	Магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
14	Магнитные свойства вещества.	Магнитные свойства вещества. Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
15	Действие магнитного поля на движущиеся заряды и токи.	Действие магнитного поля на движущиеся заряды и токи Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
16	Электромагнитная индукция	Электромагнитная индукция. Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
17	Основы теории Максвелла для электромагнитного поля	Основы теории Максвелла для электромагнитного поля Выполнение ИДЗ.
18	Интерференция света	Интерференция света Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
19	Дифракция света	Дифракция света Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
20	Поляризация света	Поляризация света Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
21	Тепловое излучение и его законы	Тепловое излучение и его законы Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
22	Внешний фотоэффект. Эффект Комптона	Внешний фотоэффект. Эффект Комптона. Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и составление отчёта по лабораторной работы.
23	Планетарная модель атома Бора-Резерфорда	Планетарная модель атома Бора-Резерфорда Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
24	Элементы квантовой механики. Уравнение Шредингера	Элементы квантовой механики. Уравнение Шредингера Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе
25	Элементы физики твёрдого тела.	Элементы физики твёрдого тела Выполнение ИДЗ. Выполнение расчётов и выполнение отчёта по лабораторной работе

## 6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, и практических занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование, у обучающихся, необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к экзамену.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных и практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД для студентов очной формы обучения, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является экзамен. Экзамен проводится по расписанию сессии. Форма проведения занятия – устная. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

## 7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Физические основы механики	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4	Устный опрос, тесты, решение задач
2	Динамика поступательного и вращательного движения	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4	Устный опрос, тесты, решение задач
3	Работа и энергия	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4	Устный опрос, тесты, решение задач
4	Механика вращательного движения твердого тела.	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4	Устный опрос, тесты, решение задач
5	Физика колебаний и волн.	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4	Устный опрос, тесты, решение задач
6	Основы молекулярно-кинетической теории	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4	Устный опрос, тесты, решения задач
7	Статистическая физика.	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2,	Устный опрос, тесты,

		УК-2.4	решение задач
8	Основы термодинамики	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4	Устный опрос, тесты, решение задач
9	Явления переноса.	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4	Устный опрос, тесты, решение задач
10	Зачёт	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2	Тестирование
11	Электростатика	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4	Устный опрос, тесты, решения задач
12	Постоянный ток	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4	Устный опрос, тесты, решения задач
13	Магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4	Устный опрос, тесты, решения задач
14	Магнитные свойства вещества.	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2	Устный опрос, тесты, решения задач
15	Действие магнитного поля на движущиеся заряды и токи.	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4	Устный опрос, тесты, решения задач
16	Электромагнитная индукция	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4	Устный опрос, тесты, решения задач
17	Основы теории Максвелла для электромагнитного поля	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2	Устный опрос, тесты, решения задач
18	Интерференция света	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4	Устный опрос, тесты, решение задач
19	Дифракция света	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4	Устный опрос, тесты, решение задач
20	Поляризация света	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4	Устный опрос, тесты, решение задач
21	Тепловое излучение и его законы	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4	Устный опрос, тесты, решение задач
22	Внешний фотоэффект. Эффект Комптона	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4	Устный опрос, тесты, решение задач
23	Планетарная модель атома Бора-Резерфорда	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4	Устный опрос, тесты, решение задач
24	Элементы квантовой механики. Уравнение Шредингера	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2	Устный опрос, тесты, решение задач
25	Элементы физики твердого тела.	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2	Устный опрос, тесты, решение задач
26	Экзамен	ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2	Экзаменационные билеты

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-1.1, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4 :

Задачи:

1. Пуля летит горизонтально и попадает в шар, закрепленный на невесомом жестком стержне, и застревает в нем. Масса пули в 1000 раз меньше массы шара. Расстояние от центра шара до точки подвеса  $l=1$  м. Найти скорость пули, если стержень отклонился на  $30^\circ$ .

2. Под действием касательной силы 10 Н, маховик останавливается, сделав 20 оборотов. Маховик считать однородным диском. Радиус диска  $R=20$  см, масса  $m=2$  кг. Найти начальную частоту вращения.

3. Обруч массой 2 кг и радиусом 20 см вращается по закону  $\varphi=t^3-5t^2+6t-2$ . Найти моменты силы через 1с, 2 с и 4 с после начала вращения. Ответить ускоряющие или тормозящие эти



моменты.

Молекулярная физика и термодинамика

4. Определить удельную теплоемкость газов: He, Ne, Ar, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, CH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>.

5. При изотермическом расширении объем газа увеличился в 3 раза. На сколько изменилось давление, если начальное давление было 420 кПа?

6. При УФ облучении двухатомного газа давление увеличилось со 100 кПа до 150 кПа. Какая доля молекул газа распалась?

7. При адиабатном сжатии 2 молей кислорода была совершена работа 415,5 Дж. Во сколько раз увеличилось давление газа? Конечная температура 300 К.

Электричество и магнетизм

8. Четыре заряда  $q_1=q_2=2$  нКл,  $q_3=q_4=4$  нКл находятся в вершинах квадрата со стороной  $a=10$  см. Найти напряженность и потенциал электрического поля в центре квадрата.

9. Четыре заряда  $q_1=q_2=2$  нКл,  $q_3=q_4=4$  нКл находятся в вершинах квадрата со стороной  $a=10$  см. Найти напряженность и потенциал электрического поля в середине стороны 3-4.

10. Четыре заряда  $q_1=q_2=2$  нКл,  $q_3=q_4=4$  нКл находятся в вершинах квадрата со стороной  $a=10$  см. Найти напряженность и потенциал электрического поля в середине стороны 2-3.

11. Два воздушных конденсатора  $C_1=C_2=6$  мкФ соединены последовательно и заряжены до разности потенциалов  $U=100$  В. На сколько изменится энергия системы, если не отключая конденсаторы от источника, между пластинами первого конденсатора ввести диэлектрик с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon=5$ ?

12. Вольфрамовая спираль электрической лампочки при  $t=20^\circ\text{C}$  имеет сопротивление  $R=35,8$  Ом. Какова будет температура  $t_2$  нити лампочки, если при включении в сеть с напряжением  $U=120$  В по нити идет ток  $I=0,33$  А? Температурный коэффициент сопротивления вольфрама  $\alpha=4,6 \cdot 10^{-3}$  К<sup>-1</sup>.

13. В центре квадратной рамки с током магнитная индукция равна 0,1 мТл. Найти величину тока в проводе рамки, если её периметр равен 40 см.

14. Из медного провода сечением  $S=1$  мм<sup>2</sup> сделали кольцо длиной  $l=251,3$  см и подключили к источнику тока с напряжением  $U=240$  В. Найти магнитную индукцию в центре кольца.

15. Через катушку, индуктивность которой  $L=21$  мГн, течет ток, изменяющийся со временем по закону  $I=I_0 \sin(\omega t)$ , где  $I_0=5$  А,  $\omega=2\pi/T$  и  $T=0,02$  с. Найти зависимость от времени  $t$  э.д.с. самоиндукции  $\epsilon_i$ , возникающей в катушке и минимальное значение этой э.д.с.  $\epsilon_{i \min}$ .

Волновая оптика

17. В опыте Юнга отверстия освещались монохроматическим светом ( $\lambda=500$  нм).

Расстояние между отверстиями  $d=1$  мм, расстояние от отверстий до экрана 2,5 м. Найти положение трех первых светлых полос.

18. Постоянная дифракционной решетки  $d=1$  мкм. Какую разность длин волн  $\Delta\lambda$  может разрешить эта решетка в области синих лучей ( $\lambda=400$  нм) в спектре третьего порядка, если ширина решетки  $a=2,5$  см?

Основы квантовой и атомной физики

19. Какой длине волны соответствует максимум излучения поверхности пахотной земли при ее температуре  $t=27^\circ\text{C}$ ?

20. При длительном облучении серебряной пластинки светом она приобретает потенциал 3,3 В. Найти длину волны и энергию падающих фотонов, к какому диапазону относится длин волн относится это излучение?

21. Определите периоды вращения электрона на первых трех Боровских орбитах.

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:  - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;  - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;  - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения:  - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</p> <p>навыки:  - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;  - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;  - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;  - грамотно обосновывает ход решения задач;  - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;  - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:  - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;  - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения:  - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;  - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы;  - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки:  - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;  - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;  - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий;  - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Материальная точка. Кинематические характеристики: траектория, путь, перемещение, скорость и ускорение; определение и связь. Равномерное, ускоренное и замедленное движение.
2. Равнопеременное движение, пример – движение тела, брошенного под углом к горизонту.
3. Кинематика вращательного движения. Векторы угловой скорости и ускорения.
4. Угловые кинематические характеристики и их связь с линейными.
5. Принцип относительности, преобразования Галилея для скорости и ускорения.
6. Элементы СТО. Постулаты. Преобразование времени и координаты. Интервал.
7. Элементы СТО. Постулаты. Релятивистский импульс, релятивистская энергия.
8. Законы динамики материальной точки. (Законы Ньютона).
9. Виды сил: всемирного тяготения, тяжести. Движение под действием силы тяжести. Вес.
10. Сила упругости, её природа и расчёт. Модуль Юнга. Деформации. Диаграмма напряжения деформации.
11. Импульс. Импульс силы. Закон сохранения импульса. Полный импульс системы тел.
12. Закон сохранения импульса. Удар. Расчёт скоростей тел при центральном абсолютно неупругом ударе.
13. Закон сохранения импульса. Удар. Расчёт скоростей тел при центральном абсолютно упругом ударе.

14. Работа. Работа переменной силы. Мощность.
  15. Консервативные и неконсервативные силы их работа. Потенциальная энергия.
  16. Кинетическая энергия. Полная энергия, закон сохранения энергии.
  17. Вращение твердого тела. Понятие момента силы. Основное уравнение динамики вращательного движения.
  18. Момент инерции, определение и пример расчета для однородных тел. Теорема Штейнера-Гюйгенса.
  19. Момент импульса, закон сохранения момента импульса при вращении твердого тела.
  20. Работа при вращении твердого тела. Кинетическая энергия вращающегося тела.
  21. Центр масс, определение. Центр масс как точка приложения силы тяжести (потенциальная энергия силы тяжести системы материальных точек и момент сил тяжести).
  22. Идеальный газ, параметры идеального газа. Закон Авогадро и Клапейрона-Менделеева.
- Изопроцессы.
23. Среднее число столкновений молекул, средняя длина свободного пробега.
  24. Явления переноса. Диффузия. Коэффициент диффузии.
  25. Явления переноса. Теплопроводность. Коэффициент теплопроводности.
  26. Явления переноса. Вязкость. Коэффициент вязкости.
  27. Поверхностное натяжение. Смачивание. Капиллярные явления.
  28. Средняя энергия молекулы идеального газа, степени свободы. Теорема Больцмана о распределении энергии по степеням свободы.
  29. Внутренняя энергия газа, работа газа, первое начало термодинамики.
  30. Теплоемкость газа,  $c_V$  и  $c_P$ , соотношение Майера.
  31. Адиабатический процесс, уравнение, коэффициент Пуассона.
  32. Тепловые машины. Второе начало термодинамики. Принцип работы тепловых машин.
  33. Цикл Карно, КПД этого цикла.
  34. Понятие об обратимых и необратимых процессах. Энтропия. Неравенство Клаузиуса. КПД цикла реальных тепловых машин.
  35. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции для вектора напряженности поля. Линии вектора напряженности.
  36. Работа сил электростатического поля. Теорема о циркуляции вектора напряженности.
  37. Потенциал. Принцип суперпозиции для потенциала.
  38. Связь между напряженностью электростатического поля и потенциалом. Эквипотенциальные поверхности и их свойства.
  39. Поток вектора напряженности. Электростатическая теорема Гаусса.
  40. Полярные и неполярные диэлектрики. Диэлектрическая проницаемость и восприимчивость.
  41. Вектор поляризации и вектор электрического смещения.
  42. Сегнетоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэффект. Применение пьезоэлектриков в технике.
  43. Проводники в электростатическом поле. Электростатическая индукция. Условия равновесия зарядов на проводнике.
  44. Емкость проводника. Плоский конденсатор. Цилиндрический и сферический конденсаторы.
  45. Соединения конденсаторов.
  46. Энергия системы зарядов. Энергия заряженного проводника и конденсатора.
  47. Энергия электростатического поля. Объемная плотность энергии.
  48. Основные характеристики постоянного тока. Сила тока. Плотность тока.
  49. Электродвижущая сила. Напряжение на участке цепи. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводников. Закон Ома в дифференциальной форме.
  50. Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца. Закон Джоуля – Ленца в дифференциальной форме.
  51. Закон Ома для неоднородного участка цепи и замкнутой цепи.
  52. Правила Кирхгофа.
  53. Магнитное поле. Опыт Эрстеда. Магнитный момент контура с током. Индукция магнитного поля.
  54. Закон Био – Савара – Лапласа и частные случаи его применения. Линии магнитной

индукции.

55. Циркуляция вектора магнитной индукции. Закон полного тока (теорема о циркуляции).
56. Магнитное поле соленоида и тороида.
57. Закон Ампера.
58. Сила Лоренца.
59. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
60. Эффект Холла.
61. Контур с током в магнитном поле.
62. Работа, совершаемая при перемещении проводника с током в магнитном поле.
63. Теорема Гаусса для потока магнитной индукции.
64. Магнитные свойства вещества. Гипотеза Ампера. Вектор намагничивания.
65. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость и восприимчивость.
66. Магнитные моменты атомов и молекул.
67. Диамагнетики и парамагнетики.
68. Ферромагнетики, их свойства и применение.
69. Явление электромагнитной индукции. Закон индукции Фарадея. Правило Ленца.
70. Явление самоиндукции. Индуктивность проводника. Индуктивность соленоида.
71. Явление взаимной индукции. Токи Фуко. Трансформатор.
72. Энергия магнитного поля.
73. Вихревое электрическое поле. Первое уравнение Максвелла.
74. Ток смещения. Второе уравнение Максвелла.
75. Полная система уравнений Максвелла.
76. Электромагнитные волны и их свойства. Энергия, переносимая электромагнитной волной.

Вектор Умова – Пойнтинга.

77. Когерентные волны. Оптическая длина пути и оптическая разность хода волн. Условие максимума и минимума интерференции.
78. Методы наблюдения интерференции. Интерференция в тонких пленках.
79. Кольца Ньютона. Применение интерференции света.
80. Принцип Гюйгенса – Френеля. Зоны Френеля.
81. Дифракция на круглом отверстии и диске.
82. Дифракция Фраунгофера на одной щели, дифракционная решетка.
83. Дисперсия и разрешающая способность оптических приборов.
84. Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса.
85. Поляризация при отражении и преломлении. Закон Брюстера.
86. Двойное лучепреломление. Поляризационные устройства.
87. Тепловое излучение и его характеристики. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа.
88. Законы Стефана – Больцмана и Вина.
89. Формула Рэлея – Джинса. «Ультрафиолетовая» катастрофа.
90. Формула Планка.
91. Оптическая пирометрия.
92. Внешний фотоэффект и его законы. Уравнение Эйнштейна.
93. Масса и импульс фотона. Давление света.
94. Эффект Комптона. Корпускулярно – волновой дуализм.
95. Модель атома Томсона и Резерфорда.
96. Спектр атома водорода.
97. Теория Бора.
98. Волновые свойства микрочастиц. Формула де-Бройля. Дифракция электронов.
99. Принцип неопределенностей Гейзенберга.
100. Волновая функция и ее свойства. Уравнение Шредингера.
101. Квантовые числа. Атом водорода в квантовой механике.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Зависимость пройденного телом пути  $s$  от времени  $t$  дается уравнением  $s=A+Bt+Ct^2$ , где  $A=3$  м,  $B=2$  м/с,  $C=1$  м/с<sup>2</sup>. Найдите среднюю скорость и среднее ускорение тела за первую, вторую и третью секунды его движения.

2. С башни высотой  $h = 25$  м горизонтально брошен камень со скоростью  $v_x = 15$  м/с. Какое время  $t$  камень будет в движении? На каком расстоянии  $l$  от основания башни он упадет на землю? Какой угол составит траектория камня с горизонтом в точке его падения на землю?

3. Камень брошен горизонтально со скоростью  $v_x = 15$  м/с. Найдите нормальное и тангенциальное ускорения камня через время  $t = 1$  с после начала движения.

4. Колесо, вращаясь равноускоренно, достигло угловой скорости  $20$  рад/с через  $N=10$  об после начала вращения. Найдите угловое ускорение колеса.

5. Зависимость пройденного телом пути по окружности радиусом  $r=3$  м задается уравнением  $s=At^2+Bt$  ( $A=0,4$  м/с<sup>2</sup>,  $B=0,1$  м/с). Определите для момента времени  $t = 1$  с после начала движения ускорение: 1) нормальное; 2) тангенциальное; 3) полное.

6. Тело скользит по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол  $45$  градусов. Пройдя путь  $s = 36,4$  см, тело приобретает скорость  $v = 2$  м/с. Найдите коэффициент трения тела о плоскость.

7. С башни высотой  $H = 20$  м горизонтально со скоростью  $10$  м/с брошен камень массой  $m=400$  г. пренебрегая сопротивлением воздуха, определите для момента времени  $t = 1$  с после начала движения: 1) кинетическую энергию; 2) потенциальную энергию.

8. Пуля массой  $m = 15$  г, летящая горизонтально со скоростью  $v = 200$  м/с попадает в баллистический маятник длиной  $l = 1$  м и массой  $M = 1,5$  кг и застревает в нем. Определите угол отклонения маятника.

9. Сплошной однородный диск скатывается без скольжения с наклонной плоскости, образующей угол  $\alpha$  с горизонтом. Определите линейное ускорение  $a$  диска.

10. Напишите уравнение гармонического колебания точки, если его амплитуда  $A = 15$  см, максимальная скорость колеблющейся точки  $30$  см/с, начальная фаза  $10$  градусов.

11. Однородный диск радиусом  $R = 20$  см колеблется около горизонтальной оси, проходящей на расстоянии  $l = 15$  см от центра диска. Определите период  $T$  колебаний диска относительно этой оси.

12. Массу  $m = 5$  г азота, находящуюся в закрытом сосуде объемом  $V = 4$  л при температуре  $t_1=200$  С, нагревают до температуры  $t_2 = 400$  С. Найдите давления  $p_1$  и  $p_2$  газа до и после нагревания.

#### 7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовые проекты(работы) учебным планом не предусмотрены.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации текущего контроля успеваемости регламентируется Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования СПбГАСУ.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в пункте 7.2 РПД.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в пункте 7.3 РПД.

Типовые практические задания для проведения промежуточной аттестации приведены в пункте 7.4.2 РПД.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета (1 сем.) и экзамена (2 сем.).

В экзаменационный билет включено два теоретических вопроса и практическое задание, соответствующие содержанию формируемых компетенций.

Экзамен проводится в устной форме. Для подготовки по экзаменационному билету отводится 60 минут.

#### 7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»

	«не зачтено»	«зачтено»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутой». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка
знания	Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.	Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.	Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; -знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.	Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.

<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>
<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.



## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<b>Основная литература</b>		
1	Ветрова В. Т., Физика. Сборник задач, Минск: Вышэйшая школа, 2015	<a href="http://www.iprbookshop.ru/48021.html">http://www.iprbookshop.ru/48021.html</a>
2	Савельев И. В., Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц, Санкт-Петербург: Лань, 2019	ЭБС
3	Савельев И. В., Механика. Молекулярная физика, Санкт-Петербург: Лань, 2019	ЭБС
4	Трофимова Т. И., Курс физики, М.: Академия, 2017	ЭБС
<b>Дополнительная литература</b>		
1	Дмитриева Е. И., Физика, Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019	ЭБС
2	Ким Д. Ч., Махро И. Г., Левит Д. И., Физика. Механика. Курс лекций с примерами решения задач, Санкт-Петербург: Лань, 2019	ЭБС
3	Калашников Н. П., Муравьев-Смирнов С. С., Общая физика. Сборник заданий и руководство к решению задач, Санкт-Петербург: Лань, 2019	ЭБС
4	Бордовский Г. А., Бурсиан Э. В., Общая физика в 2 т. Том 1, Москва: Издательство Юрайт, 2019	<a href="https://urait.ru/bcode/444958">https://urait.ru/bcode/444958</a>
5	Бордовский Г. А., Бурсиан Э. В., Общая физика в 2 т. Том 2, Москва: Издательство Юрайт, 2019	<a href="https://urait.ru/bcode/444959">https://urait.ru/bcode/444959</a>
6	Ким Д. Ч., Коновалов Н. П., Левит Д. И., Коновалов П. Н., Физика. Электричество и магнетизм. Курс лекций с примерами решения задач, Санкт-Петербург: Лань, 2019	ЭБС

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

### 8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Виртуальные эксперименты	<a href="https://www.youtube.com/c/NRNUMEPHl/playlists?view=50&amp;sort=dd&amp;shelf_id=7">https://www.youtube.com/c/NRNUMEPHl/playlists?view=50&amp;sort=dd&amp;shelf_id=7</a>
Вся физика	<a href="http://www.all-fizika.com/">http://www.all-fizika.com/</a>

### 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/">https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/</a>
Библиотека по Естественным наукам Российской Академии наук (РАН)	<a href="http://www.ras.ru">www.ras.ru</a>
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>
Электронно-библиотечная система издательства "IPRbooks"	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>

Федеральный образовательный портал "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	<a href="https://www.studentlibrary.ru/">https://www.studentlibrary.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронная библиотека Ирбис 64	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/">http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/</a>
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>
Интернет-тренажеры в сфере образования	<a href="http://www.i-exam.ru">http://www.i-exam.ru</a>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Microsoft Office 2016	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащении учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
40. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет

<p>40. Учебные аудитории для проведения лабораторных работ  лаборатория общей и строительной физики  2-я Красноармейская ул. д.4  Ауд. 318</p>	<p>Определение объема цилиндра при помощи штангенциркуля (штангенциркуль); Установка для исследования зависимости периода колебаний математического маятника от его длины и определение ускорения свободного падения:  Маятник  Установка для исследования зависимости периода колебаний математического маятника от его длины и определение ускорения свободного падения;  Установка для определения ускорения свободного падения по периоду колебаний математического маятника; Установка для изучения физического маятника; Установка для определения момента инерции тела по периоду крутильных колебаний:  Установка для определения момента инерции параллелепипеда методом крутильных колебаний:  Установка для определения момента инерции диска по периоду крутильных колебаний.  Установка для изучения основного уравнения динамики вращательного движения с помощью маятника Обербека  Установка для определения момента инерции маятника Максвелла. Установка для определения коэффициента восстановления скорости при упругом ударе. Установка для определения коэффициента восстановления скорости при упругом ударе.  Установка для определения термического коэффициента давления газа при помощи газового термометра.  Установка для определения поверхностного натяжения методом отрыва кольца (метод дю Нуи).  Установка для определения коэффициента вязкости жидкости методом Стокса». Установка для определения коэффициента вязкости, длины свободного пробега и эффективного диаметра молекулы газа. Установка для определения коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом. Установка для измерения универсальной газовой постоянной. Установка для определения отношения теплоемкостей воздуха. Установка для определения отношения теплоемкостей воздуха.  Весы лабораторные электронные. Весы лабораторные 1100</p>
<p>40. Учебные аудитории для самостоятельной работы</p>	<p>Помещение для самостоятельной работы (компьютерный класс):  ПК-12 шт. (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с установленным мультимедийным оборудованием (проектор, экран, колонки) с доступом к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду СПбГАСУ; доска маркерная; комплект учебной мебели на 12 посадочных мест.</p>

<p>40. Учебные аудитории для проведения лабораторных работ лаборатория общей и строительной физики 2-я Красноармейская ул. д.4 Ауд. 316</p>	<p>Установка для исследования зависимости мощности, выделяемой в цепи постоянного тока, и коэффициента полезного действия источника от силы тока и от внешнего сопротивления. Установка для исследования характеристик источника постоянного тока. Установка для изучения работы полупроводникового выпрямителя Установка для изучения р-п перехода Установка для изучения взаимоиндукции. Установка для определения индуктивности катушки методом резонанса в колебательном контуре. Установка для изучения магнитного поля соленоида с помощью датчика ХОЛЛА». Установка для определения удельного заряда электрона методом магнетрона. Установка для оценки удельного заряда электрона методом магнетрона». Установка для определения горизонтально й составляющей напряженности магнитного поля Земли при помощи тангенсгальванометра. Установка для исследования магнитного поля Земли. Вольтметр В7-27А Вольтметр В7-27А Вольтметр В7-27А/1. Измеритель сигналов ВЧ</p>
<p>40. Лаборатория общей и строительной физики 2-я Красноармейская ул. д.4 Ауд. 316/1</p>	<p>Установка для исследования дифракции света на прямоугольной щели. Установка для изучения спектрального состава неоновых- гелиевых источников, используемых в светотехнике. Установка для определения постоянной в законе Стефана- Больцмана при помощи оптического пирометра. Установка для изучения лазерного излучения. Установка для изучения дифракционной решетки. Установка для определения длины световой волны при помощи колец Ньютона. Установка для определения длины световой волны при помощи дифракционной решетки. Установка для определения концентрации раствора сахара по вращению плоскости поляризации. Установка для изучения интенсивности света, прошедшего через поляриды. Установка для исследования спектров поглощения и пропускания. Установка для определения длинноволновой границы спектра поглощения и вычисление постоянной Планка. Установка для изучения абсолютно черного тела. Установка для изучения внешнего фотоэффекта</p>
<p>40. Компьютерный класс</p>	<p>Рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь), стол рабочий, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet</p>
<p>40. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и</p>	<p>Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет</p>

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (приказ Минобрнауки России от 25.05.2020 № 680).

Программу составил:  
доцент , д.б.н. Шабалин В.В.

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Строительной физики и химии  
07.06.2021, протокол № 6  
Заведующий кафедрой к.т.н. М.Н. Барашев

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета  
15.06.2021, протокол № 4.

Председатель УМК к.т.н., доцент А.В. Зазыкин