

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Тверской государственный технический университет
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова

«_____» _____ 20____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Физика»

Направление подготовки бакалавров 08.03.01 Строительство

Направленность (профиль) программы - Автомобильные дороги и аэродромы

Тип задач профессиональной деятельности: проектный; технологический

Форма обучения – очная, очно-заочная

Машиностроительный факультет

Кафедра прикладной физики

Тверь 2019

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы,
доцент каф. прикладной физики

А.Ф. Гусев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры прикладной физики

«___» _____ 2019 г., протокол №

Заведующий кафедрой

А.Н. Болотов

Согласовано
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цель и задачи дисциплины.

Целью изучения дисциплины «Физика» является ознакомление студентов с основными законами физики и возможностями их применения при решении задач, возникающих в их последующей профессиональной деятельности.

Задачами дисциплины являются:

- формирование у студентов основ естественнонаучной картины мира, изучение законов окружающего мира в их взаимосвязи, ознакомление студентов с историей и логикой развития физики и основных её открытий;
- получение знаний об основных физических законах и теориях, позволяющих описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных задач профессиональной деятельности;
- овладение фундаментальными принципами и методами решения научно-технических задач, формирование способности применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;
- формирование навыков по применению положений физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться при создании новой техники и новых технологий;

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Физика» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» в структуре ОП ВО. Для освоения дисциплины «Физика» требуются знания, умения и навыки, полученные при изучении школьного курса физики и математики, высшей математики, векторной алгебры.

Дисциплина «Физика» даёт цельное представление о физических законах окружающего мира в их единстве и взаимосвязи. Наряду с освоением знаний о конкретных экспериментальных фактах, законах, теориях дисциплина «Физика» имеет исключительное гносеологическое и дидактическое значение - эта дисциплина должна провести демаркацию между научным и антинаучным подходом в изучении окружающего мира.

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины помимо их самостоятельного значения являются основой для изучения курсов: «Теоретическая механика», «Сопроотивление материалов», «Гидравлика», «Электротехника и электроснабжение», «Теплоснабжение и теплотехника», «Физика среды и ограждающие конструкции» и других дисциплин, профессиональная подготовка по которым предполагает использование физических законов при решении задач, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине.

3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине.

Компетенция, закреплённая за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата

Индикаторы компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-1.1. *Определяет характеристики физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретических и/или экспериментальных исследований*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31. Основные физические величины и физические константы, их определение, смысл и единицы их измерения.

32. Основные физические явления, фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики; иметь представление о современной физической картине мира.

33. Назначение и принципы действия важнейших физических приборов, основные методы проведения физических измерений и обработки экспериментальных данных;

Уметь:

У1. Объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций законов физики,

У2. Выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах профессиональной деятельности; применять законы физики и методы решения основных типов физических задач в различных практических ситуациях.

У3. Работать с приборами и оборудованием физической лаборатории.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Выполнение лабораторных работ, проведение коллоквиумов, лекционных и практических занятий.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы.

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1-А. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	12	432
Аудиторные занятия (всего)		210
В том числе:		
Лекции		90
Практические занятия (ПЗ)		45
Лабораторные работы (ЛР)		75
Самостоятельная работа (всего)		150 + 72 (экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы:		
- подготовка к практическим занятиям		30
- подготовка к лабораторным работам		75
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (модульно-рейтинговый, зачёт, экзамен)		45

Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0
---	--	---

ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1-Б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	12	432
Аудиторные занятия (всего)		56
В том числе:		
Лекции		24
Практические занятия (ПЗ)		12
Лабораторные работы (ЛР)		20
Самостоятельная работа (всего)		304 + 72 (экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы:		
- подготовка к практическим занятиям		64
- подготовка к лабораторным работам		80
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (модульно-рейтинговый, зачет, экзамен)		160
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

5. Структура и содержание дисциплины

Структура и содержание дисциплины построены по модульно-блочному принципу. Под модулем дисциплины понимается укрупненная логико-понятийная тема, характеризующаяся общностью использованного понятийно-терминологического аппарата.

5.1. Структура дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2-А. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1 семестр						
1	Механика. Механические колебания и волны	98	20	10	22	46
2	Молекулярная физика и термодинамика	46	10	5	8	23
Всего на 1 семестр		144	30	15	30	69
2 семестр						
3	Электростатика. Постоянный электрический ток.	70	16	7	11	16 + 20 (экз)

4	Магнетизм. Электромагнитные колебания и волны.	74	14	8	19	17 + 16 (экз)
Всего на 2 семестр		144	30	15	30	33 + 36 (экз)
3 семестр						
5	Волновая оптика	49	10	5	6	16 + 12 (экз)
6	Квантовая физика. Физика атома.	49	10	5	6	16 + 12 (экз)
7	Физика атомного ядра и элементарных частиц	46	10	5	3	16 + 12 (экз)
Всего на 3 семестр		144	30	15	15	48 + 36 (экз)
Всего на дисциплину:		432	90	45	75	150+72 (экз)

ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2-Б. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1 семестр						
1	Механика. Механические колебания и волны	83	5	2	4	72
2	Молекулярная физика и термодинамика	61	3	2	4	52
Всего на 1 семестр		144	8	4	8	124
2 семестр						
3	Электростатика. Постоянный электрический ток.	79	5	2	4	48 + 20 (экз)
4	Магнетизм. Электромагнитные колебания и волны.	65	3	2	4	40+ 16 (экз)
Всего на 2 семестр		144	8	4	8	88 + 36 (экз)
3 семестр						
5	Волновая оптика	49	2	1	2	32+ 12 (экз)
6	Квантовая физика. Физика атома.	48	3	2	1	30 + 12 (экз)
7	Физика атомного ядра и элементарных частиц	47	3	1	1	30+ 12 (экз)
Всего на 3 семестр		144	8	4	4	92 + 36 (экз)
Всего на дисциплину:		432	24	12	20	304+72 (экз)

5.2. Содержание дисциплины

Модуль 1. «Механика. Механические колебания и волны»

Кинематика. Основные кинематические характеристики криволинейного движения: скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорение. Кинематика

вращательного движения: угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейной скоростью и ускорением.

Динамика. Инерциальные системы отсчета и первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона. Масса, импульс, сила. Уравнение движения материальной точки. Третий закон Ньютона и закон сохранения импульса. Закон всемирного тяготения. Силы трения.

Момент импульса. Момент импульса материальной точки и механической системы. Момент силы. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса механической системы.

Энергия. Сила, работа и потенциальная энергия. Консервативные и неконсервативные силы. Работа и кинетическая энергия. Закон сохранения полной механической энергии в поле потенциальных сил. Связь между силой и потенциальной энергией. Столкновения тел.

Динамика вращательного движения. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела с закрепленной осью вращения. Момент импульса тела. Момент инерции. Теорема Штейнера. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела.

Элементы механики жидкостей. Стационарное течение идеальной жидкости.

Релятивистская механика. Принцип относительности и преобразования Галилея. Постулаты специальной теории относительности (СТО) Эйнштейна. Относительность одновременности и преобразования Лоренца. Парадоксы релятивистской кинематики: сокращение длины и замедление времени в движущихся системах отсчета. Преобразование скоростей в релятивистской кинематике. Релятивистский импульс. Релятивистская энергия. Взаимосвязь массы и энергии в СТО. Элементы общей теории относительности.

Гармонические колебания. Идеальный гармонический осциллятор. Уравнение идеального осциллятора и его решение. Амплитуда, частота и фаза колебания. Примеры колебательных движений различной физической природы. Свободные затухающие колебания. Вынужденные колебания. Сложение колебаний (биения, фигуры Лиссажу). Волны в упругой среде. Волновое движение. Плоская гармоническая волна. Длина волны, волновое число, фазовая скорость. Уравнение волны. Одномерное волновое уравнение. Упругие волны в газах жидкостях и твердых телах.

Модуль 2. «Молекулярная физика и термодинамика»

Феноменологическая термодинамика. Термодинамическое равновесие и температура. Уравнение состояния в термодинамике. Обратимые и необратимые процессы. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Уравнение Майера. Изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический процессы в идеальных газах. Второе начало термодинамики. Энтропия. Преобразование теплоты в механическую работу. Цикл Карно и его коэффициент полезного действия.

Молекулярно-кинетическая теория. Давление газа с точки зрения МКТ. Теплоемкость и число степеней свободы молекул газа. Распределение Максвелла. Распределение Больцмана и барометрическая формула. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости.

Элементы физической кинетики. Явления переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение. Броуновское движение. Длина свободного пробега молекул идеального газа. Эмпирические уравнения переноса: Фика, Фурье и Ньютона. Релаксация к состоянию равновесия.

Реальные газы, жидкости и твердые тела. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическая изотерма. Фазовые превращения. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Элементы физики жидкого и твердого состояния вещества. Элементы физики поверхностных явлений.

Модуль 3. «Электростатика. Постоянный электрический ток»

Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля. Теорема Гаусса в интегральной форме и ее применение для расчета электрических полей.

Проводники в электрическом поле. Равновесие зарядов в проводнике. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии электростатического поля между проводниками. Электростатическая защита. Емкость проводников и конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Объемная плотность энергии электростатического поля.

Диэлектрики в электрическом поле. Электрическое поле диполя. Диполь во внешнем электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Ориентационный и деформационный механизмы поляризации. Вектор электрического смещения (электрической индукции). Диэлектрическая проницаемость вещества. Электрическое поле в однородном диэлектрике.

Постоянный электрический ток. Сила и плотность тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Закон Джоуля-Ленца. Электродвижущая сила источника тока. Правила Кирхгофа.

Модуль 4. «Магнетизм. Электромагнитные колебания и волны»

Магнитостатика. Магнитное взаимодействие постоянных токов. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Сила Лоренца. Движение зарядов в электрических и магнитных полях. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции (закон полного тока).

Магнитное поле в веществе. Магнитное поле и магнитный дипольный момент кругового тока. Намагничивание магнетиков. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость. Классификация магнетиков. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Объемная плотность энергии магнитного поля в веществе.

Электромагнитная индукция. Феноменология электромагнитной индукции. Правило Ленца. Уравнение электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность соленоида. Включение и отключение катушки от источника постоянной ЭДС. Энергия магнитного поля.

Уравнения Максвелла. Система уравнений Максвелла в интегральной форме и физический смысл входящих в нее уравнений. Электромагнитные волны. Основные свойства электромагнитных волн. Энергетические характеристики электромагнитных волн.

Модуль 5. «Волновая оптика»

Интерференция волн. Интерференционное поле от двух точечных источников. Опыт Юнга. Интерферометр Майкельсона. Интерференция в тонких пленках.

Дифракция волн. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля на простейших преградах. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Понятие о голографическом методе получения и восстановления изображений.

Поляризация волн. Форма и степень поляризации монохроматических волн. Получение и анализ линейно-поляризованного света. Линейное двулучепреломление. Искусственная оптическая анизотропия. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Полное отражение и его применение в технике.

Взаимодействие излучения с веществом. Феноменология поглощения и дисперсии света.

Модуль 6. «Квантовая физика. Физика атома»

Излучение нагретых тел. Спектральные характеристики теплового излучения. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и Вина. Формула Релея-Джинса и «ультрафиолетовая катастрофа». Гипотеза Планка, квантовое объяснение законов теплового излучения. Корпускулярно-волновой дуализм света. Фотоэффект и эффект Комптона. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

Квантовая механика. Гипотеза де Бройля. опыты Дэвиссона и Джермера. Дифракция микрочастиц. Принцип неопределенности Гейзенберга. Волновая функция, ее статистический смысл. Уравнение Шредингера. Квантовая частица в одномерной потенциальной яме. Туннельный эффект.

Квантово-механическое описание атомов. опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Планетарная модель атома. Эмпирические закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера. Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода. Волновые функции и квантовые числа. Правила отбора для квантовых переходов. Опыт Штерна и Герлаха. Собственный механический и магнитный моменты электрона в атоме. Строение атомов и периодическая система химических элементов Д.М.Менделеева. Порядок заполнения электронных оболочек.

Оптические квантовые генераторы. Спонтанное и индуцированное излучение. Основные компоненты лазера. Условие усиления и генерации света. Особенности лазерного излучения. Основные типы лазеров и их применение.

Элементы физики твердого тела. Квантовые статистические распределения. Структура зон в металлах, полупроводниках и диэлектриках. Проводимость металлов и полупроводников. Контактные явления в полупроводниках. Выпрямляющие свойства p-n - перехода.

Модуль 7. «Физика атомного ядра и элементарных частиц»

Основы физики атомного ядра. Состав и характеристики атомного ядра. Дефект массы и энергия связи. Свойства и обменный характер ядерных сил. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Правила смещения. Виды и свойства радиоактивного излучения. Взаимодействие ядерных излучений с веществом. Методы

регистрации ионизирующих излучений. Понятие о дозиметрии и радиационной защите.

Ядерные реакции и их основные типы. Законы сохранения в ядерных реакциях. Энергетический эффект ядерной реакции. Деление ядер. Синтез ядер. Понятие о ядерной энергетике.

Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Частицы и античастицы. Лептоны и адроны. Кварки. Проблема объединения фундаментальных взаимодействий.

5.3. Лабораторные работы

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3-А. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Труд-ть в часах
1 семестр		
Модуль 1. Механика. Механические колебания и волны Цель: изучение уравнений кинематики и динамики поступательного и вращательного движения, колебаний и волн, законов сохранения, элементов механики жидкостей; знакомство с основными методами и средствами измерения в механике; формирование навыков проведения физического эксперимента и корректной оценки погрешностей	Определение коэффициента вязкости жидкости методом Стокса	6
	Изучение законов вращательного движения на маятнике Обербека	4
	Определение ускорения силы тяжести методом оборотного маятника.	4
	Определение момента инерции тел методом крутильных колебаний./ Изучение механических колебаний с помощью крутильного маятника	4
	Определение скорости звука в воздухе методом стоячих волн	4
Модуль 2. Молекулярная физика и термодинамика. Цель: изучение термодинамических процессов и явлений переноса в газах; формирование навыков экспериментального определения параметров термодинамической системы	Определение отношения теплоемкостей методом адиабатического расширения.	4
	Определение коэффициента вязкости воздуха.	4
Модуль 3. Электростатика. Постоянный электрический ток. Цель: изучение основных законов электростатики и электродинамики; назначения и принципов действия важнейших электроизмерительных приборов, ознакомление с методом физического моделирования.	Исследование электростатических полей методом моделирования.	6
	Изучение электрических характеристик проводников	5
Модуль 4. Магнетизм. Электромагнитные колебания и волны. Цель: Изучение основных законов электромагнетизма, приобретения навыков сборки элект-	Определение удельного заряда электрона.	5
	Изучение явления самоиндукции.	5

трических схем, навыков электрических измерений и корректной оценки их точности. Экспериментальное изучение электрических колебаний	Исследование магнитных свойств ферромагнетиков.	5
	Исследование свободных и вынужденных электрических колебаний	4
Модуль 5. Волновая оптика.		
Цель: Экспериментальное изучение оптических явлений и законов волновой оптики; приобретение навыков работы с оптическими приборами	Изучение интерференции с помощью бипризмы Френеля. / Исследование дифракции лазерного излучения на щели.	3
	Исследование характеристик дифракционной решетки. / Изучение поляризованного света.	3
Модуль 6. Квантовая физика. Физика атома.		
Цель: ознакомление с фундаментальными физическими опытами, сыгравшими важную роль в становлении квантовой физики; приобретение навыка измерения высоких температур яркостным пирометром	Измерение высоких температур с помощью пирометра / Изучение корпускулярных свойств электромагнитного излучения (фотоэлектрический эффект).	3
	Изучение волновых свойств электронов на модели опыта Дэвиссона и Джермера. / Определение первого потенциала возбуждения атомов на модели опыта Франка и Герца	3
Модуль 7. Физика атомного ядра и элементарных частиц		
Цель: изучение основных закономерностей радиоактивного распада; ознакомление с дозиметрическими приборами; приобретение практических навыков измерения естественного радиоактивного фона, активности радиоактивного вещества и корректной оценки результатов измерений.	Определение активности радиоактивного препарата и максимальной энергии β -частиц. / Определение коэффициента поглощения гамма-излучения в веществе.	3

ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3-Б. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Труд-ть в часах
1 семестр		
Модуль 1. Механика. Механические колебания и волны Цель: изучение уравнений кинематики и динамики, законов сохранения; знакомство с основными методами и средствами измерения в механике; формирование навыков проведения физического эксперимента	Изучение законов вращательного движения на маятнике Обербека	4

Модуль 2. Молекулярная физика и термодинамика. Цель: изучение термодинамических процессов в газах; формирование навыков экспериментального определения параметров термодинамической системы	Определение отношения теплоемкостей методом адиабатического расширения.	4
2 семестр		
Модуль 3. Электростатика. Постоянный электрический ток. Цель: изучение основных законов электростатики; назначения и принципов действия важнейших электроизмерительных приборов, ознакомление с методом физического моделирования.	Исследование электростатических полей методом моделирования.	4
Модуль 4. Магнетизм. Электромагнитные колебания и волны. Цель: Изучение основных законов электромагнетизма, приобретения навыков сборки электрических схем, навыков электрических измерений и корректной оценки их точности. Экспериментальное изучение электрических колебаний	Исследование свободных и вынужденных электрических колебаний	4
3 семестр		
Модуль 6. Квантовая физика. Физика атома. Цель: ознакомление с фундаментальными физическими опытами, сыгравшими важную роль в становлении квантовой физики; приобретение навыка измерения высоких температур яркостным пирометром	Измерение высоких температур с помощью пирометра / Изучение корпускулярных свойств электромагнитного излучения (фотоэлектрический эффект).	2
Модуль 7. Физика атомного ядра и элементарных частиц Цель: изучение основных закономерностей радиоактивного распада; ознакомление с дозиметрическими приборами; приобретение практических навыков измерения естественного радиоактивного фона, активности радиоактивного вещества.	Определение активности радиоактивного препарата и максимальной энергии β -частиц. / Определение коэффициента поглощения гамма-излучения в веществе.	2

5.4. Практические занятия.

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4-А. Практические занятия и их трудоемкость

Модули. Цели практических занятий	Примерная тематика практических занятий	Труд-ть в часах
1 семестр		
Модуль 1. Механика. Механические колебания и волны Цель: изучение уравнений кинематики и динамики поступательного и вращательного движения, колебаний, законов сохранения.	Кинематика материальной точки	2
	Динамика материальной точки	2
	Законы сохранения импульса и энергии в механике	2
	Кинематика и динамика	2

Усвоение типовых алгоритмов и методов решения задач по разделу механика.	вращательного движения твердого тела	
	Свободные и вынужденные механические колебания и упругие волны.	2
Модуль 2. Молекулярная физика и термодинамика. Цель: изучение термодинамических процессов и явлений переноса в газах. Закрепление последовательности действий, по рациональному выполнению этапов решения задачи.	Уравнение состояния идеального газа.	1
	Первое начало термодинамики. Теплоемкость идеального газа и квазистатические процессы.	2
	Энтропия. Тепловые машины. Цикл Карно. Распределение Максвелла. Распределение Больцмана. Явления переноса.	2
2 семестр		
Модуль 3. Электростатика. Постоянный электрический ток. Цель: изучение основных законов электростатики и законов постоянного тока. Формирование умения выражать условия и требования, приведенные в словесной форме, в буквенных выражениях и в графической форме.	Расчет напряжённости и потенциала электростатических полей. Теорема Гаусса.	3
	Проводники в электростатическом поле. Емкость проводников и конденсаторов.	2
	Законы Ома и Джоуля-Ленца. Расчёт электрических цепей. Правила Кирхгофа.	2
Модуль 4. Магнетизм. Электромагнитные колебания и волны. Цель: Изучение основных законов электромагнетизма. Изучение механических и электрических колебаний. Выработка умения анализировать процесс решения задачи, находить общие черты решения задач на определенную тему, составлять алгоритмы решения задач отдельных типов.	Закон Био-Савара-Лапласа. Расчёт магнитных полей. Закон Ампера.	2
	Сила Лоренца. Движение заряженных частиц током в электрическом и магнитном полях	2
	Явление электромагнитной индукции. Энергия магнитного поля.	2
	Свободные и вынужденные электрические колебания.	2
3 семестр		
Модуль 5. Волновая оптика. Цель: изучение основных оптических явлений и законов волновой оптики, характеристик оптических приборов. Приобретение навыков применения оптических явлений в важнейших практических приложениях.	Интерференция света. Интерферометры.	2
	Дифракция света. Расчёт характеристик дифракционной решётки.	2
	Поляризация света. Законы Брюстера и Малюса. Дисперсия света.	2
Модуль 6. Квантовая физика. Физика атома. Цель: изучение основ квантовой оптики и механики, квантовой модели строения атома; ознакомление с базовыми концепциями, развитыми в современном естествознании.	Квантовая оптика. Тепловое излучение. Фотоны. Фотоэффект и эффект Комптона.	2
	Элементы квантовой механики. Волна де Бройля. Уравнение Шредингера. Соотношение Гейзенберга	2
	Квантово-механическое описание атомов. Квантовые числа.	2

Модуль 7. Физика атомного ядра и элементарных частиц Цель: Изучение законов радиоактивного распада, методов расчета радиоактивности, расчета ядерных реакций.	Строение атомного ядра. Закон радиоактивного распада. Энергия связи ядра.	2
	Ядерные реакции. Правила смещения. Энергетический эффект ядерных реакций.	1

ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4-Б. Практические занятия и их трудоемкость

Модули. Цели практических занятий	Примерная тематика практических занятий	Труд-ть в часах
1 семестр		
Модуль 1. Механика. Механические колебания и волны Цель: изучение уравнений кинематики и динамики поступательного и вращательного движения, колебаний, законов сохранения. Усвоение типовых алгоритмов и методов решения задач по разделу механика.	Кинематика и динамика материальной точки. Законы сохранения.	1
	Кинематика и динамика вращательного движения твердого тела. Колебания.	1
Модуль 2. Молекулярная физика и термодинамика. Цель: изучение термодинамических процессов и явлений переноса в газах. Закрепление последовательности действий, по рациональному выполнению этапов решения задачи.	Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы в газах.	1
	Первое начало термодинамики. Энтропия. Цикл Карно.	1
2 семестр		
Модуль 3. Электростатика. Постоянный электрический ток. Цель: изучение основных законов электростатики и законов постоянного тока. Формирование умения выражать условия и требования, приведенные в словесной форме, в буквенных выражениях и в графической форме.	Электростатика.	1
	Расчёт напряжённости и потенциала электростатического поля.	
	Законы Ома и Джоуля-Ленца.	1
Модуль 4. Магнетизм. Электромагнитные колебания и волны. Цель: Изучение основных законов электромагнетизма. Изучение механических и электрических колебаний. Выработка умения анализировать процесс решения задачи, находить общие черты решения задач на определенную тему, составлять алгоритмы решения задач отдельных типов.	Расчёт магнитных полей. Закон Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях	1
	Явление электромагнитной индукции. Электрический колебательный контур.	1
3 семестр		

Модуль 5. Волновая оптика. Цель: изучение основных оптических явлений и законов волновой оптики, характеристик оптических приборов. Приобретение навыков применения оптических явлений в важнейших практических приложениях.	Интерференция, дифракция и поляризация света.	1
Модуль 6. Квантовая физика. Физика атома. Цель: изучение основ квантовой оптики и механики, квантовой модели строения атома; ознакомление с базовыми концепциями, развитыми в современном естествознании.	Тепловое излучение. Фотоны. Фотоэффект.	1
	Элементы квантовой механики. Волна де Бройля. Квантовомеханическое описание атомов.	1
Модуль 7. Физика атомного ядра и элементарных частиц Цель: Изучение законов радиоактивного распада, методов расчета радиоактивности, расчета ядерных реакций.	Закон радиоактивного распада. Энергия связи ядра. Ядерные реакции.	1

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль их успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов является важным элементом учебного процесса, служащим для повторения пройденного материала, закрепления и углубления знаний, полученных на аудиторных занятиях, для подготовки к коллоквиумам, экзаменам, развития навыков самостоятельного творческого решения различного типа задач, моделирующих инженерную деятельность. Она способствует формированию способностей: уметь читать и анализировать учебную и научную литературу по физике, понимать, критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты в рамках учебного процесса.

Она позволяет самостоятельно приобретать новые знания в области физики, в том числе с использованием современных образовательных и информационных технологий; выстраивать и реализовать перспективные линии интеллектуального и профессионального саморазвития и самосовершенствования.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в: изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе; в подготовке к лабораторному практикуму, практическим занятиям, коллоквиумам, к текущему контролю успеваемости, экзаменам, зачёту; получении консультаций преподавателя по сложным для освоения студентом разделам курса.

Текущий контроль успеваемости осуществляется с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки текущей успеваемости обучающихся.

В рамках дисциплины выполняются лабораторные работы, которые защищаются посредством тестирования (или, по желанию обучающегося, устным опросом). Максимальная оценка за каждую выполненную лабораторную работу – 5 баллов, минимальная – 3 балла. Выполнение всех лабораторных работ обязательно. В случае не-

выполнения лабораторной работы студент выполняет ее под руководством лаборанта и защищает на занятиях или в часы дополнительных консультаций.

Для стимулирования систематической самостоятельной работы студентов по изучению теоретического материала по завершению модуля (раздела курса) проводятся коллоквиумы или контрольное тестирование. Максимальная оценка за каждый коллоквиум 15 баллов, минимальная – 9 баллов.

Таблица 5. Тематика коллоквиумов (контрольного тестирования).

№ пп.	Модули	Тематика и дидактические единицы коллоквиума
1	Модуль 1	Механика. Кинематика, динамика поступательного движения, работа и энергия, законы сохранения в механике, динамика вращательного движения, релятивистская механика
2	Модуль 1	Механические колебания и волны. Гармонические колебания. Уравнение идеального осциллятора и его решение. Маятники. Свободные затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Сложение колебаний. Плоская гармоническая волна. Одномерное волновое уравнение. Упругие волны в газах жидкостях и твердых телах.
3	Модуль 2	Молекулярная физика и термодинамика. Молекулярно-кинетическая теория, феноменологическая термодинамика, элементы физической кинетики, явления переноса, реальные газы, фазовые превращения.
4	Модуль 3	Электростатика. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля. Теорема Гаусса. Проводники в электрическом поле. Емкость проводников и конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Диэлектрики в электрическом поле. Электрическое поле диполя. Поляризация диэлектриков. Вектор электрического смещения. Диэлектрическая проницаемость вещества.
5	Модуль 3	Постоянный ток. Постоянный электрический ток. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Закон Джоуля-Ленца. Электродвижущая сила источника тока. Правила Кирхгофа.
6	Модуль 4	Магнетизм. Электромагнитные колебания и волны. Магнитостатика. Вектор магнитной индукции. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное взаимодействие постоянных токов. Закон Ампера. Сила Лоренца. Магнитное поле в веществе, магнитная проницаемость, классификация магнетиков. Электромагнитная индукция. Уравнения Максвелла. Электрические колебания и электромагнитные волны.

7	Модуль 5	Волновая оптика. Уравнение и характеристики световой волны, интерференция света, когерентность, применения интерференции, дифракция, принцип Гюйгенса-Френеля, метод зон Френеля, дифракционная решетка, поляризация, двойное лучепреломление, закон Малюса, закон Брюстера. Элементарная теория дисперсии света.
8	Модуль 6	Квантовая физика. Физика атома. Законы теплового излучения, гипотеза Планка, корпускулярно-волновой дуализм света, фотоэффект и эффект Комптона, квантовая механика, гипотеза де Бройля, уравнение Шредингера, строение и квантовомеханическое описание атомов, волновые функции и квантовые числа. Состав и характеристики атомного ядра, виды и законы радиоактивного излучения, ядерные реакции, деление ядер, синтез ядер, фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц.
9	Модуль 7	Физика атомного ядра и элементарных частиц. Состав атомного ядра. Дефект массы и энергия связи. Закон радиоактивного распада. Правила смещения. Виды и свойства радиоактивного излучения. Взаимодействие ядерных излучений с веществом. Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях. Энергетический эффект ядерной реакции. Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия Кварки.

На практических занятиях студент получает индивидуальное задание, которое состоит из определенного количества типовых задач. Защита выполненного индивидуального задания проводится либо в форме устного собеседования с преподавателем по решенным задачам, либо в форме тестирования. Максимальная оценка за выполненное задание – 20 баллов, минимальная – 12 баллов. Выполнение и защита индивидуального задания обязательны.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 т. Том 1. Механика. Молекулярная физика : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 18-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 436 с. — ISBN 978-5-8114-9890-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/221120> (дата обращения: 05.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.. - (ID=108789-0)

2. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 т. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика : учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. — 16-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 500 с. — ISBN 978-5-8114-8926-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/185339> (дата обращения: 05.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. . - (ID=108790-0)

3. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. — 13-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-4598-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206909> (дата обращения: 05.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.- (ID=108791-0)

4. Трофимова, Т.И. Курс физики с примерами решения задач : учебник : в 2 т. Т. 1 / Т.И. Трофимова, А.В. Фирсов. - М. : КноРус, 2010. - 577 с. : ил. - ISBN 978-5-406-00339-8 : 200 p. - (ID=82672-52)

Трофимова, Т.И. Курс физики с примерами решения задач : учебник : в 2 т. Т. 1 / Т.И. Трофимова, А.В. Фирсов. - М. : КноРус, 2010. - 577 с. : ил. - ISBN 978-5-406-00339-8 : 200 p. - (ID=82672-52)

5. Чертов, А.Г. Задачник по физике : учебное пособие для вузов / А.Г. Чертов, А.А. Воробьев. - 8-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Альянс, 2016. - 640 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-91872-130-8 : 1151 p. - (ID=114394-20)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Трофимова, Т.И. Физика в таблицах и формулах : учеб. пособие для вузов по техн. специальностям / Т.И. Трофимова. - 4-е изд. ; стер. - М. : Академия, 2010. - 446, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7695-7036-0 : 422 p. 40 p. - (ID=84550-6)

2. Трофимова, Т.И. Руководство к решению задач по физике : учебное пособие для бакалавров по техн. напр и спец. вузов / Т.И. Трофимова. - 2-е изд. - М. : Юрайт, 2011. - 265 с. - (Бакалавр). - Текст : непосредственный. - 239 p. 03 к. - (ID=89633-22)

3. Волькенштейн, В.С. Сборник задач по общему курсу физики : учеб. пособие для студентов вузов / В.С. Волькенштейн. - 11-е изд. ; перераб. - М. : Наука, 1985. - 381 с. - Текст : непосредственный. - 80 к. - (ID=88774-35)

4. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике : учебное пособие для вузов по естественнонаучным, педагогическим и техническим направлениям и специальностям / И.Е. Иродов. - 18-е изд. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. - (Классическая учебная литература по физике). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-8114-6779-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/152437> . - (ID=142435-0)

5. Измайлов, В.В. Механика и молекулярная физика: учеб. пособие / В.В. Измайлов, М.В. Новоселова; Тверской гос. техн. ун-т. - 3-е изд. - Тверь : ТвГТУ , 2005. - 119 с. - Библиогр. : с. 116. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7995-0307-4 : 71 p. 80 к. - (ID=57121-80)

Измайлов, В.В. Механика и молекулярная физика : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / В.В. Измайлов, М.В. Новоселова; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ , 2005. - (УМК-У). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/56414> . - (ID=56414-1)

6. Беркович, И.И. Электричество и магнетизм : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / И.И. Беркович, Н.Б. Демкин, В.В. Измайлов; Тверской гос. техн. ун-т. - 2-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2008. - 89 с. : ил. - (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 5-230-19437-5 : 76 р. 75 к. - (ID=67395-62)

7. Оптика, атомная и ядерная физика : учеб. пособие / В.В. Измайлов [и др.]; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2009. - 104 с. - Библиогр.: с. 101. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0461-8 : 74 р. 40 к. - (ID=77924-70)

8. Оптика, атомная и ядерная физика : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / В.В. Измайлов [и др.]; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2009. - (УМК-У). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/76780> . - (ID=76780-1)

9. Механика и молекулярная физика. Тематические тесты и элементы теории : учеб. пособие / Тверской гос. техн. ун-т ; авт.-сост.: В.М. Алексеев [и др.] ; под общ. ред. А.Ф. Гусева. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - 100 с. : граф. - Сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0601-8 : 72 р. 50 к. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/89364> . - (ID=89364-70)

7.3. Методические материалы

1. Физический практикум : методические указания к лабораторным работам по механике и молекулярной физике. Ч. 1 / составители: А.Н. Болотов, А.Ф. Гусев, В.В. Измайлов, [и др.] ; Тверской государственный технический университет ; Кафедра Прикладной Физики. - Тверь : ТвГТУ, 2021. - 44 с. - Текст : непосредственный. - 107 р. 25 к. - (ID=142538-75)

2. Физический практикум : методические указания к лабораторным работам по механике и молекулярной физике. Часть 1 / составители: А.Н. Болотов, А.Ф. Гусев, В.В. Измайлов, М.В. Новоселова, В.В. Новиков, О.О. Новикова, А.В. Мишина ; под редакцией В.В. Новикова ; Тверской государственный технический университет ; Кафедра Прикладной Физики. - Тверь : ТвГТУ, 2021. - 44 с. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/142741> . - (ID=142741-1)

3. Физический практикум : методические указания к лабораторным работам по электромагнетизму. Ч. 2 / составители: А.Н. Болотов, А.Ф. Гусев, В.В. Измайлов, А.В. Мишина, В.В. Новиков, О.О.Новикова, М.В. Новоселова ; Тверской государственный технический университет ; Кафедра Прикладной Физики. - 2-е изд. - Тверь: ТвГТУ, 2021. - 40 с. - Текст : непосредственный. - 97 р. 50 к. - (ID=139898-75)

4. Физический практикум : методические указания к лабораторным работам по электромагнетизму. Ч. 2 / составители: А.Н. Болотов, А.Ф. Гусев, В.В. Измайлов, А.В. Мишина, В.В. Новиков, О.О.Новикова, М.В. Новоселова ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ПФ. - 2-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2021. - 40 с. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/139516> . - (ID=139516-1)

5. Физический практикум : метод. указ. к лаб. работам по волновой оптике : в составе учебно-методического комплекса. Ч. 3 / под ред. В.М. Алексеева ; сост.: В.М. Алексеев, А.Н. Болотов, А.Ф. Гусев [и др.] ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ПФ. - Тверь : ТвГТУ, 2012. - 44 с. : ил. - (УМК-П). - Текст : непосредственный. - 45 р. 65 к. - (ID=94712-94)

6. Физический практикум : методические указания к лабораторным работам по квантовой оптике, атомной и ядерной физике. Ч. 4 / составители: А.Н. Болотов, А.Ф. Гусев, В.В. Измайлов, А.В. Мишина, В.В. Новиков, О.О. Новикова, М.В. Новоселова ; Тверской государственной технической университет ; Кафедра Прикладной Физики. - 2-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2021. - 47 с. - Текст : непосредственный. - 117 р. - (ID=139900-77)

7. Физический практикум : методические указания к лабораторным работам по квантовой оптике, атомной и ядерной физике. Ч. 4 / составители: А.Н. Болотов, А.Ф. Гусев, В.В. Измайлов, А.В. Мишина, В.В. Новиков, О.О.Новикова, М.В. Новоселова ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ПФ. - 2-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2021. - 48 с. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/139519> . - (ID=139519-1)

8. Тестовый контроль знаний по физике : учеб.-метод. пособие. Ч. 1 : Механика, механические колебания и волны / под ред. А.Ф. Гусева ; сост.: В.М. Алексеев, А.Н. Болотов, А.Ф. Гусев [и др.] ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. Физики. - Тверь : ТвГТУ, 2009. - 40 с. : ил. - Текст : непосредственный. - 19 р. - (ID=80337-89)

9. Тестовый контроль знаний по физике : учеб.-метод. пособие. Ч. 1 : Механика, механические колебания и волны / под ред. А.Ф. Гусева ; сост.: В.М. Алексеев, А.Н. Болотов, А.Ф. Гусев [и др.] ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. Физики. - Тверь : ТвГТУ, 2009. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/81225> . - (ID=81225-1)

10. Учебно-тренировочные материалы для тестового контроля знаний по физике : метод. пособие. Ч. 2 : Электромагнетизм / сост.: А.Н. Болотов, А.Ф. Гусев, В.В. Измайлов [и др.] ; под общ. ред. А.В. Мишиной ; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - 39 с. - Текст : непосредственный. - 55 р. - (ID=129344-95)

11. Учебно-тренировочные материалы для тестового контроля знаний по физике : методическое пособие. Ч. 2 : Электромагнетизм / составители: А.Н. Болотов, А.Ф. Гусев, В.В. Измайлов, А.В. Мишина, О.О. Новикова, В.В. Новиков, М.В. Новоселова ; Тверской гос. техн. ун-т ; под общей редакцией А.В. Мишиной. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/128430> . - (ID=128430-1)

12. Механика и молекулярная физика : метод. указ. по выполнению контрол. заданий для студентов заоч. фак. ТГТУ / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. Физики ; сост. В.М. Алексеев [и др.]. - Тверь : ТвГТУ, 2004. - 48 с. : ил. - Библиогр. : с. 44. - 19 р. 80 к. - (ID=17351-271)

13. Электричество и магнетизм : метод. указ. по выполнению контрол. заданий для студентов заоч. фак. ТГТУ / сост.: В.М. Алексеев, А.Н. Болотов ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. Физики. - Тверь : ТвГТУ, 2004. - 44 с. - Библиогр. в конце гл. - Текст : непосредственный. - 19 р. - (ID=22185-193)

14. Оптика, атомная и ядерная физика, физика твердого тела : метод. указ. по выполнению контрол. заданий для студентов заоч. фак. ТГТУ / сост. В.М. Алексеев [и др.]; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. Физики. - Тверь : ТвГТУ, 2004. - 44 с. : ил. - Библиогр. : с. 39. - Рек. лит. : с. 6. - Текст : непосредственный. - 18 р. 15 к. - (ID=20967-268)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

Свободно распространяемая среда программирования Octave.

WPS Office: MPL 1.1/GPL 2.0/LGPL 2.1.

Libre Office: MPL 2.0.

LMS Moodle: GPL 3.0.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>

2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>

3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>

4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>

5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>

6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>

7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>

8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление) : [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1, 2, 3, 4. - М. :Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)

9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/120000>

8. Материально-техническое обеспечение.

Для проведения учебных занятий по курсу физики имеются:

- учебные лаборатории по разделам (модулям) курса физики, оснащенные современным физическим оборудованием и приборами по тематикам лабораторного практикума: лаборатория механики и молекулярной физики, лаборатория электромагнетизма, лаборатория волновой оптики, лаборатория атомной и ядерной физики;

- специализированный учебный класс для проведения компьютерных практикумов и тестирования знаний, оснащенный компьютерной техникой, необходимым программным обеспечением и имеющий выход в компьютерную сеть Интернет и доступ к электронно-образовательной среде организации;

- мультимедийное оборудование для демонстрации учебных материалов;

- специализированная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная учебно-наглядными пособиями и лекционными демонстрациями основных физических явлений и законов, вместе с помещением для хранения и профилактики демонстрационного оборудования;

- механическая мастерская, предназначенная для профилактического обслуживания, ремонта и изготовления лабораторного и демонстрационного оборудования, оснащенная станочным оборудованием и оборудованием для ремонта электроприборов.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

3. Вид экзамена – письменный экзамен.

4. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

.Продолжительность экзамена – 60 минут.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

2 семестр

1. Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.

2. Напряженность и потенциал электрического поля в вакууме и связь между ними. Принцип суперпозиции.

3. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме. Вычисление напряжённости и потенциала полей с помощью теоремы Гаусса.

4. Электрическое поле в веществе. Поляризация диэлектриков. Напряженность поля в диэлектрике. Вектор электрического смещения.

5. Проводники в электростатическом поле. Поверхностная плотность заряда. Емкость. Конденсаторы.

6. Проводники в электростатическом поле. Поверхностная плотность заряда. Емкость. Конденсаторы.
7. Энергия электрического поля. Энергия заряженного проводника. Энергия заряженного конденсатора. Объемная плотность энергии электрического поля.
8. Постоянный электрический ток. Сила тока, ЭДС, напряжение. Сопротивление проводников. Закон Ома. Законы Ома в интегральной и дифференциальной формах.
9. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах.
10. Элементарная классическая теория электропроводности металлов. Носители тока в металлах. Вывод законов Ома и Джоуля-Ленца в классической теории.
11. Электрические токи в вакууме и газах. Электронная эмиссия. Носители тока в газах. Несамостоятельный газовый разряд. Самостоятельный газовый разряд и его типы.
12. Магнитное поле в вакууме. Закон Био-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиции. Магнитное поле простейших систем.
13. Действие магнитного поля на токи. Сила Ампера. Рамка с током в однородном магнитном поле.
14. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля в вакууме. Расчёт магнитного поля соленоида с помощью теоремы о циркуляции.
15. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для магнитного поля в вакууме. Работа по перемещению проводника с током и замкнутого контура в магнитном поле.
16. Действие магнитного поля на движущиеся заряды. Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в магнитном поле.
17. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
18. Явление самоиндукции. Индуктивность. Токи при размыкании и замыкании цепи.
19. Энергия магнитного поля. Энергия контура с индуктивностью. Объемная плотность энергии магнитного поля.
20. Магнитные свойства вещества. Магнитная проницаемость. Парамагнетики и диамагнетики. Природа ферромагнетизма и свойства ферромагнетиков.
21. Электрический колебательный контур. Собственные электромагнитные колебания в контуре и их уравнения. Формула Томсона.
22. Затухающие колебания в электрическом колебательном контуре и их уравнения. Логарифмический декремент затухания и добротность контура.
23. Вынужденные колебания в электрическом колебательном контуре и их уравнения. Резонанс. Переменный электрический ток.
24. Система уравнений Максвелла для электромагнитного поля в интегральной форме. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Физический смысл уравнений Максвелла.

25. Электромагнитные волны. Уравнение плоской электромагнитной волны. Скорость распространения электромагнитных волн. Энергия волн. Диапазон электромагнитных волн.

3 семестр

1. Интерференция света. Интерференция от двух когерентных источников. Опыт Юнга. Интерференция в тонких пленках.
2. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция на щели.
3. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Угловая дисперсия разрешающая способность. Дифракция на пространственной решётке.
4. Поляризация света при двойном лучепреломлении. Поляризаторы. Анализ поляризованного света. Степень поляризации. Закон Малюса.
5. Естественный и поляризованный свет. Поляризация света при отражении и преломлении. Закон Брюстера.
6. Тепловое излучение. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Законы Стефана-Больцмана, Вина и Кирхгофа для излучения нагретых тел. Оптические пирометры
7. Тепловое излучение. Формула Релея – Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа. Квантовая гипотеза М.Планка. Фотоны. Формула Планка для распределения энергии в спектре абсолютно черного тела
8. Квантовая природа излучения. Закономерности фотоэффекта как подтверждение квантовой природы электромагнитного излучения. Формула А.Эйнштейна для фотоэффекта.
9. Изменение длины волны при эффекте Комптона. Интерпретация эффекта Комптона как подтверждение квантовой природы электромагнитного излучения.
10. Двойственная природа света. Связь волновых и корпускулярных характеристик света. Явления, подтверждающие квантовую и волновую природу света.
11. Корпускулярно-волновой дуализм материи. Гипотеза де Бройля. Волны де Бройля. Физический смысл волн де Бройля. опыты по дифракции электронов. Опыт Девиссона и Джермера
12. Волновая функция, ее статистический смысл и условия, которым она должна удовлетворять. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.
13. Решение уравнения Шредингера для квантовой частицы в одномерной потенциальной яме. Квантование энергии частицы. Собственные волновые функции. Распределение плотности вероятности обнаружения частицы в разных точках.
14. Модель атома водорода Резерфорда-Бора, её недостатки. Энергетические уровни. Спектр атома водорода и его объяснение. Спектральные серии. Экспериментальное подтверждение квантование энергии атомов. Опыт Франка и Герца.
15. Квантово-механическая модель атома водорода. Уравнение Шредингера для частицы в сферически симметричном поле. Пространственное распределение плотности вероятности. Спектр атома водорода и правило отбора.

16. Квантование энергии электрона, момента импульса электрона и его проекции. Спин электрона. Квантовые числа. Принцип Паули.
17. Вынужденное (индуцированное излучение). Оптические квантовые генераторы. Лазеры, их принцип действия и типы. Свойства лазерного излучения.
18. Рентгеновские спектры. Природа и коротковолновая граница тормозного рентгеновского спектра. Природа характеристического рентгеновского спектра. Закон Мозли.
19. Строение и свойства атомного ядра. Изотопы. Дефект массы и энергия связи ядра. Модели ядра. Свойства ядерных сил.
20. Типы и механизмы радиоактивного распада. Схемы α - и β - распада и правила смещения. Радиоактивное излучение и его виды. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом
21. Радиоактивность: естественная и искусственная. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность нуклида
22. Ядерные реакции и их основные типы. Законы сохранения при ядерных реакциях. Энергетический выход ядерных реакций.
23. Цепная реакция деления ядра. Принцип действия ядерного реактора. Реакция термоядерного синтеза. Проблема управляемого термоядерного синтеза. Преимущества и недостатки ядерной энергетики.
24. Фундаментальная структура материи. Фундаментальные взаимодействия. Обменный характер фундаментальных взаимодействий. Классификация элементарных частиц.
25. Гипотеза кварков. Типы кварков. Основные характеристики кварков. Антикварки. Строение мезонов и барионов. Цветовые взаимодействия кварков, глюоны.

При ответе на вопросы экзамена допускается использование справочных данных, стандартов. Использование технических устройств не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется. Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту. Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».
2. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

- по результатам текущего контроля знаний и умений обучающегося без дополнительных контрольных испытаний;
- или по результатам выполнения дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей по текущему контролю.

3. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

- база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении), задание выполняется письменно;

- методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

При ответе на вопросы допускается использование справочных данных, стандартов. Использование технических устройств не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена, после его возвращения билет заменяется. Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания билета, выданного студенту.

Перечень вопросов дополнительного итогового контрольного испытания:

1. Кинематические характеристики поступательного движения и связь между ними. Скорость. Ускорение и его составляющие.

3. Законы динамики. Первый закон Ньютона и понятие инерциальной системы отсчета. Масса, сила, импульс. Второй закон Ньютона как уравнение движения. Третий закон Ньютона.

3. Силы в механике. Гравитационная сила, закон всемирного тяготения. Сила тяжести и вес. Сила упругости, закон Гука. Трение покоя и скольжения, закон Амонтона-Кулона.

4. Работа силы в механике. Элементарная работа силы. Работа переменной силы, ее графическое изображение. Мощность.

5. Потенциальная энергия. Связь консервативных сил и потенциальной энергии. Потенциальные кривые и их анализ.

6. Закон сохранения энергии. Механическая энергия. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике.

7. Закон сохранения импульса. Условия применения закона сохранения импульса. Удар абсолютно упругих и абсолютно неупругих тел.

8. Кинематические характеристики вращательного движения и связь между ними. Угловая скорость и угловое ускорение.

9. Динамики вращательного движения твердого тела. Момент силы и момент инерции относительно оси. Основной закон динамики вращательного движения

9. Момент импульса материальной точки, механической системы и твердого тела относительно оси. Закон сохранения момента импульса.

10. Формула работы при вращательном движении. Кинетическая энергия вращающегося тела. Кинетическая энергия при плоском движении.

11. Гармонические колебания. Уравнение, характеристики, график колебаний. Скорость и ускорение, энергия колеблющейся частицы. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний.

12. Свободные колебания маятников: пружинного, математического, физического. Период колебаний маятников. Дифференциальное уравнение свободных незатухающих колебаний и его решение (на примере одного из маятников).

13. Затухающие колебания. Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний и его решение. Амплитуда, частота и начальная фаза свободных затухающих колебаний. Коэффициент и логарифмический декремент затухания.
14. Вынужденные колебания. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Амплитуда, частота и фаза вынужденных колебаний. Резонанс. Резонансные кривые.
15. Волновой процесс и его описание. Механизм образования продольных и поперечных волн в упругой среде. Длина и фазовая скорость волны. Уравнение и график плоской гармонической волны.
16. Постулаты специальной теории относительности (СТО). Принцип относительности. Преобразования Лоренца и следствия из них. Интервал. Преобразование и сложение скоростей в релятивистской кинематике.
17. Релятивистская динамика. Релятивистский импульс. Релятивистское выражение для энергии. Энергия покоя. Выражение для кинетической энергии. Полная энергия. Взаимосвязь массы и энергии в СТО. Частицы с нулевой массой.
18. Параметры термодинамической системы. Уравнение состояния идеального газа (Клапейрона – Менделеева). Опытные законы для изопроцессов в идеальном газе. Графическое изображение изопроцессов.
19. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Молекулярно-кинетический смысл давления и термодинамической температуры. Распределение энергии движения молекул по степеням свободы. Распределение частиц по скоростям теплового движения (распределение Максвелла).
20. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия идеального газа. Работа идеального газа при изменении объема. Графическое изображение работы. Теплоемкость.
21. Адиабатный процесс. Уравнение и графики адиабаты. Показатель адиабаты для идеальных газов. Применение первого начала термодинамики к адиабатному процессу. Политропный процесс.
22. Энтропия. Статистическое толкование энтропии. Второе начало термодинамики. Энтропия как функция состояния термодинамической системы. Изменение энтропии в равновесных процессах.
23. Круговые процессы (циклы). Обратимые и необратимые процессы. Тепловые машины, термический КПД. Цикл Карно и его КПД. Изображение цикла Карно на диаграммах $p - V$ и $T - S$.
24. Явления переноса в термодинамически неравновесных системах. Понятие эффективного диаметра и средней длины свободного пробега молекул. Диффузия, закон Фика. Внутреннее трение (вязкость), формула Ньютона. Теплопроводность, закон Фурье. Коэффициенты диффузии, динамической вязкости и теплопроводности.
25. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса и их анализ. Критическая изотерма и критические параметры. Изотермы реального газа (изотермы Эндрюса). Внутренняя энергия реального газа.

Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

Ниже базового - 0 балл.

Базовый уровень – 2 балла.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

Отсутствие умения – 0 балл.

Наличие умения – 2 балла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 12.

Число вопросов – 3 (2 вопроса для категории «знать» и 1 вопрос для категории «уметь»).

Продолжительность – 60 минут.

4. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий по каждому модулю в необходимом объеме не ниже, чем на удовлетворительную оценку.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы или курсового проекта

Учебным планом курсовая работа и курсовой проект по дисциплине не предусмотрены.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

Перед началом изучения дисциплины студенты должны быть ознакомлены с системами зачетных единиц и правилами балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине. Методические материалы по дисциплине, включая методические указания по выполнению лабораторных работ, содержится на сайте кафедры.

Программа предусматривает обучение в рамках традиционной потоочно-групповой системы. Все темы (модули) программы должны рассматриваться на лекционных, практических и лабораторных занятиях. Последовательность изучения учебно-образовательных модулей определяется его номером. На лекциях главное внимание следует уделять базовым вопросам курса. Дополнить конспект лекций студент должен, пользуясь рекомендованными учебниками, учебно-методическими пособиями и другими источниками информации. Лабораторный практикум ориентирован на практическое изучение наиболее важных физических закономерностей, овладение техникой измерений и корректной обработки их результатов. Необходимо, чтобы студенты самостоятельно проводили измерения, расчеты и анализ полученных результатов, грамотно и аккуратно оформляли отчет по каждой лабораторной работе.

Для получения прочных знаний, твердых навыков и умений, необходима систематическая самостоятельная работа студента. Для стимулирования систематиче-

ской работы студентов по изучению теоретического материала по завершению каждого раздела курса (модуля) проводятся коллоквиумы, в том числе с применением электронных средств тестирования и контроля знаний студентов.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний кафедры. Форма протоколов утверждена Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Тверской государственный технический университет
(ТвГТУ)

Направление подготовки бакалавров 08.03.01 Строительство
Направленность (профиль) программы - Автомобильные дороги и аэродромы
Кафедра «Прикладная физика»
Дисциплина «Физика»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

Система уравнений Максвелла для электромагнитного поля в интегральной форме. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Физический смысл уравнений Максвелла.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:

Определить мощность, выделяемую на сопротивлении $R = 12 \text{ Ом}$, подключенном к источнику питания с ЭДС равной $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 4 \text{ Ом}$.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Две проводящие концентрические сферы имеют радиусы $R_1 = 10 \text{ см}$ и $R_2 = 20 \text{ см}$. На каждой из них равномерно распределен заряд $q = 15 \text{ нКл}$. Окружающая среда – вакуум. Применив теорему Гаусса, определить напряженность электрического поля в точках, находящихся от центра на расстоянии: $r_1 = 5 \text{ см}$, $r_2 = 10 \text{ см}$, $r_3 = 15 \text{ см}$, $r_4 = 20 \text{ см}$, $r_5 = 25 \text{ см}$. Построить график зависимости напряженности E от расстояния r . Найти разность потенциалов между сферами $\Delta\phi$.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

- «отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
- «хорошо» - при сумме баллов 4;
- «удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
- «неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: доцент кафедры прикладной физики _____ А.Ф. Гусев

Заведующий кафедрой прикладной физики: _____ А.Н. Болотов

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Тверской государственный технический университет
(ТвГТУ)

Направление подготовки бакалавров 08.03.01 Строительство

Направленность (профиль) программы - Автомобильные дороги и аэродромы

Кафедра «Прикладная физика»

Дисциплина «Физика»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

Волновая функция, ее статистический смысл и условия, которым она должна удовлетворять. Уравнение Шредингера. Квантовая частица в одномерной потенциальной яме.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:

В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света было равно $d = 0,5$ мм, расстояние до экрана $l = 5$ м. В зеленом свете получились интерференционные полосы на расстоянии $\Delta x = 5$ мм друг от друга. Найти длину волны зеленого света.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Примем, что все атомы препарата изотопа йода $^{131}_{53}I$ массой $m = 1$ мг радиоактивны. Определите активность этого препарата. Период полураспада изотопа $^{131}_{53}I$ равен $T_{1/2} = 8$ суток.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: доцент кафедры прикладной физики _____ А.Ф. Гусев

Заведующий кафедрой прикладной физики: _____ А.Н. Болотов

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Тверской государственный технический университет
(ТвГТУ)

Направление подготовки бакалавров 08.03.01 Строительство

Направленность (профиль) программы - Автомобильные дороги и аэродромы

Кафедра «Прикладная физика»

Дисциплина «Физика»

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО
ИСПЫТАНИЯ № 1**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

Потенциальная энергия системы, ее виды. Связь между потенциальной силой и потенциальной энергией. Анализ потенциальных кривых.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» - 0 или 1 балл:

Блок, имеющий форму диска, вращается вокруг горизонтальной оси под действием сил натяжения нити, перекинутой через блок. К концам нити подвешены грузы массами $m_1 = 0,3 \text{ кг}$ и $m_2 = 0,7 \text{ кг}$. Определить силы натяжения нити по обе стороны блока. Масса блока $m_0 = 0,4 \text{ кг}$. Нить считать невесомой. Трением пренебречь.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 1 балл:

Определить изменение энтропии при изотермическом расширении кислорода массой $m = 10 \text{ г}$ от объема $V_1 = 25 \text{ л}$ до объема $V_2 = 100 \text{ л}$.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0, или 1.

Составитель: доцент кафедры прикладной физики _____ А.Ф. Гусев

Заведующий кафедрой прикладной физики: _____ А.Н. Болотов