

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан ФТФ

профессор, д.ф.м.н. Дмитриев
Александр Капитонович

“ ___ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая физика

ООП: направление 010700.62 Физика

Шифр по учебному плану: ЕН.Ф.6

Факультет: физико-технический очная форма обучения

Курс: 1 2, семестр: 1 2 3 4

Лекции: 240

Практические работы: 172 Лабораторные работы: 140

Курсовой проект: - Курсовая работа: - РГЗ: -

Самостоятельная работа: 360

Экзамен: 1 2 3 4 Зачет: 1 2 3 4

Всего: 912

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 510400 Физика.(№ 176 еп/бак от 17.03.2000)

ЕН.Ф.6, дисциплины федерального компонента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Прикладная и теоретическая физика протокол № 4 от 16.05.2011

Программу разработал

профессор, д.ф.м.н.

Дубровский Владислав Георгиевич

Заведующий кафедрой

профессор, д.ф.м.н.

Дубровский Владислав Георгиевич

Ответственный за основную образовательную программу

с.н.с., д.ф.м.н.

Бурдаков Александр Владимирович

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
ЕН.Ф.01	<p>ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ</p> <p>Направление 510400 Физика 1000 часов</p> <p>Степень - бакалавр физики</p> <p>ИЗ ТРЕБОВАНИЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА (ГОС) К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ БАКАЛАВРОВ (ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ. Направление 510400 Физика. Степень - бакалавр физики. Утвержден 17.03.2000 г. Номер государственной регистрации 176 ен/бак)</p> <p>По направлению подготовки 010700.62 (510400) - Физика</p> <p>Бакалавр должен знать и уметь использовать в объеме, предусмотренном настоящим стандартом, по естественно-научным дисциплинам:</p> <p>основные понятия, законы и модели механики, молекулярной физики, электричества и магнетизма, оптики, атомной физики, физики атомного ядра и частиц, колебаний и волн, квантовой механики, термодинамики и статистической физики, методы теоретических и экспериментальных исследований в физике;</p> <p>современное состояние, теоретические работы и результаты экспериментов в избранной области исследований, явления и методы исследований в объеме дисциплин специализаций;</p> <p>фундаментальные явления и эффекты в области физики, экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в этой области.</p> <p>Содержание дисциплины "Общая физика".</p> <p>Механика.</p> <p>Пространство и время. Кинематика материальной точки. Преобразования Галилея. Динамика материальной точки. Законы сохранения. Основы специальной теории относительности. Неинерциальные системы отсчета. Кинематика абсолютно твердого тела. Динамика абсолютно твердого тела. Колебательное движение. Деформации и напряжения в твердых телах. Механика жидкостей и газов. Волны в сплошной среде и элементы акустики.</p> <p>Молекулярная физика.</p> <p>Идеальный газ. Понятие температуры. Распределение</p>	1000

	<p>молекул газа по скоростям. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. Броуновское движение. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений. Первое начало термодинамики. Циклические процессы. Второе начало термодинамики. Понятие энтропии термодинамической системы. Реальные газы и жидкости. Поверхностные явления в жидкостях. Твердые тела. Фазовые переходы первого и второго рода. Явления переноса.</p> <p>Электричество и магнетизм.</p> <p>Электростатика. Проводники в электростатическом поле. Диэлектрики в электростатическом поле. Постоянный электрический ток. Механизмы электропроводности. Контактные явления. Магнетики. Объяснение диамагнетизма. Объяснение парамагнетизма по Ланжевону. Ферромагнетики и их основные свойства. Электромагнитная индукция. Энергия магнитного поля. Электромагнитные колебания. Переменный ток. Технические применения переменного тока. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Излучение электромагнитных волн.</p> <p>Оптика.</p> <p>Основы электромагнитной теории света. Модулированные волны. Явление интерференции. Когерентность волн. Многолучевая интерференция. Явление дифракции. Понятие о теории дифракции Кирхгофа. Дифракция и спектральный анализ. Дифракция волновых пучков. Дифракция на многомерных структурах. Поляризация света. Отражение и преломление света на границе раздела изотропных диэлектриков. Световые волны в анизотропных средах. Интерференция поляризованных волн. Индуцированная анизотропия оптических свойств. Дисперсия света. Основы оптики металлов. Рассеяние света в мелкодисперсных и мутных средах. Нелинейные оптические явления. Классические модели излучения разреженных сред. Тепловое излучение конденсированных сред. Основные представления о квантовой теории излучения света атомами и молекулами. Усиление и генерация света.</p> <p>Физика атомов и атомных явлений.</p> <p>Микромир. Волны и кванты. Частицы и волны. Основные экспериментальные данные о строении атома. Основы квантово-механических представлений о строении атома. Одноэлектронный атом. Многоэлектронные атомы. Электромагнитные переходы в атомах. Рентгеновские спектры. Атом в поле внешних сил. Молекула. Макроскопические квантовые явления. Статистические распределения Ферми -Дирака и Бозе - Эйнштейна. Энергия Ферми. Сверхпроводимость и сверхтекучесть и их квантовая природа.</p> <p>Физика атомного ядра и частиц.</p>	
--	---	--

	<p>Свойства атомных ядер. Радиоактивность. Нуклон-нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил. Модели атомных ядер. Ядерные реакции. Взаимодействие ядерного излучения с веществом. Частицы и взаимодействия. Эксперименты в физике высоких энергий. Электромагнитные взаимодействия. Сильные взаимодействия. Слабые взаимодействия. Дискретные симметрии. Объединение взаимодействий. Современные астрофизические представления.</p> <p>Общий физический практикум.</p>	
--	--	--

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
<p>Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности</p>	<p>ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ Направление 510400 Физика</p> <p>Новые знания, современные технологии и высокий уровень жизни - в основе всего этого лежат достижения фундаментальных наук: математики, физики, химии и биологии. Физика сегодня образует прочный фундамент всего естествознания, методы физической науки позволили за последние десятилетия обеспечить существенный прогресс в развитии таких наук, как биология, химия, астрономия, геология и др. Необычайная широта практических приложений физики позволила ей стать основным двигателем технического прогресса. Неразрывная связь физики и техники - одна из главных особенностей развития знаний в современном обществе. Страны, в которых должное внимание уделяется развитию фундаментальных наук, обучению их основам, являются процветающими.</p> <p>Необходимость быстрой адаптации к достижениям науки, к новым технологиям, участие в создании технологий высокого уровня требуют достаточно широкого и глубокого владения инженерами основами математики и физики. Качественное фундаментальное образование, получаемое инженерами в развитых странах, позволяет им делать успешную карьеру, становиться лидерами в промышленности, науке, правительстве, тем самым оказывая своей работой значительное влияние на развитие общества и его благосостояние.</p>
<p>Адресат курса</p>	<p>Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению 010700 Физика</p> <p>Шифры дисциплины в ГОС - ЕН.Ф.6</p> <p>Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры</p>

	прикладной и теоретической физики 3 июля 2006 года
Основная цель (цели) дисциплины	<p>Основной целью курса является формирование у студентов целостного естественно-научного мировоззрения, общих и общеинженерных интеллектуальных умений, позволяющих:</p> <p>а) решать конкретные физические задачи и проблемы с привлечением соответствующего математического аппарата, б) производить и грамотно обрабатывать простейшие физические измерения основных физических величин.</p>
Ядро дисциплины	<p>Курс состоит из четырех модулей:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) механика, элементы статистической физики и термодинамики, 2) электродинамика, 3) колебания, волны и оптика, 4) введение в квантовую физику. <p>Кратко охарактеризуем концептуальные основы построения лекций курса (240 ч), играющих очень важную роль в образовании студентов физико-технического факультета.</p> <p>В начале курса, в первом модуле, студентам излагают основы специальной теории относительности Эйнштейна и ее предельного нерелятивистского приближения - механики Ньютона; дают представления о структуре пространства-времени Минковского, вводят понятия релятивистских импульса и энергии, тем самым закладывая основу для изучения электродинамики во втором модуле; изучаются термодинамический и статистический методы, элементы теории явлений переноса. Эти знания затем используются в последующих модулях.</p> <p>В начале второго модуля, на основе релятивистского обобщения второго закона Ньютона с использованием силы Лоренца вводят тензор электромагнитного поля; показывают, что электрическое и магнитное поля есть проявления единого электромагнитного поля, рассматривают трансформационные свойства полей при преобразованиях Лоренца и инварианты для полей. Далее, опираясь на закон Кулона, факт отсутствия в природе магнитных зарядов, выражение для силы Лоренца и принцип относительности Эйнштейна, выводят микроскопические уравнения Максвелла для зарядов и электромагнитных полей в вакууме; затем с их использованием рассматривают конкретные разделы электромагнетизма: электростатику, постоянный ток, магнитостатику и явления электромагнитной индукции; завершается второй модуль выводом уравнений Максвелла для зарядов и полей в средах.</p> <p>В третьем модуле дается единая трактовка колебаний и волн, встречающихся в различных разделах физики; сначала изучают колебания дискретных маломерных механических и электрических систем, затем колебания континуальных систем, механические и электромагнитные волны. Рассматривают проблему излучения электромагнитных волн и элементы классической физической оптики с использованием уравнений Максвелла. При изучении колебаний систем с</p>

	<p>несколькими степенями свободы и состояний поляризации электромагнитных волн вводят и активно используют векторные линейные пространства состояний системы, что подготавливает почву для изучения пространств состояний физических систем в квантовой механике.</p> <p>В начале четвертого модуля рассматривают проблему излучения абсолютно черного тела и элементы старой квантовой теории, приведшие к открытию кванта энергии, волновой природы материи и уравнения Шредингера - основы современной квантовой механики. Далее, на основе уравнения Шредингера изучают элементы теории атомов, молекул и физики твердого тела. В четвертом модуле рассмотрены также некоторые элементы квантовой оптики.</p>
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Курс входит в число дисциплин обязательных федеральных компонентов ЕН.Ф.6 Общая физика по направлению 010700.62 Физика. Курс создает фундаментальную базу для дальнейшего изучения общетехнических и специальных дисциплин и для успешной последующей деятельности в качестве инженера-физика.
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Для успешного изучения курса студентами необходимо использовать линейную алгебру и аналитическую геометрию, основы математического анализа функций одной или нескольких переменных и элементы теории функций комплексного переменного, элементы теории обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных, элементы теории вероятностей. Уровень сложности и разнообразие применяемых математических средств постепенно повышаются по мере знакомства с ними студентов в рамках соответствующих курсов высшей математики; необходимые элементы математического аппарата вводятся и кратко обсуждаются в курсе также и в физическом контексте, что вовсе не дублирует изложение в курсах высшей математики, а демонстрирует органичное возникновение многих математических средств именно из потребностей описания явлений природы и общетехнической практики.
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	<p>Курс общей физики читается на первом и втором курсах, в 1 - 4 семестрах.</p> <p>Предусмотрено следующее распределение часов по видам работы:</p> <p>Лекции 240 час</p> <p>Практические занятия 172 час</p> <p>Лабораторные работы 140 час.</p> <p>Самостоятельная работа 360 час.</p> <p>Контр. работы: 1,2,3,4 семестры</p> <p>Зачеты: 1,2,3,4 семестры</p> <p>Экзамены: 1,2,3,4 семестры</p> <p>Всего часов 912</p>

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	О фундаментальном характере физики и структуре ее основных разделов
2	О смене естественно-научных парадигм (мировоззрений) в историческом развитии физики
3	О роли эксперимента в физике и её развитии
4	Об идеальных моделях, применяемых в различных разделах физики
5	О границах применимости основных физических теорий: механики Ньютона, специальной теории относительности Эйнштейна, термодинамики и статистической физики, электродинамики и квантовой механики
6	О математическом аппарате, применяемом в различных разделах физики
7	О современных ключевых проблемах физики, имеющих решающее значение для её развития, для создания новых технологий и гармоничного сосуществования человека с окружающей природой
знать	
8	Определения физических величин и единиц их измерения
9	Методы измерения основных физических величин
10	Фундаментальные физические законы, связывающие физические величины
11	Физические принципы и содержание основных физических теорий
12	Математические методы, применяемые в различных разделах физики
уметь	
13	Выделять главное в учебном тексте по физике и изображать это главное на языке слов, формул и образов
14	Называть основные физические величины, описывающие явления, устанавливать связь между ними, выражая её аналитически, графически, словами
15	Излагать основной теоретический материал с объяснением, с приведением примеров, используя при изложении язык слов, формул и образов (графики, рисунки, схемы, чертежи)
16	Применять основные законы и принципы физики в стандартных и сходных ситуациях
17	Решать типовые задачи, делать простейшие качественные оценки порядков физических величин различных физических явлений
18	Строить теоретические модели физических явлений, делать при этом необходимые допущения и оценивать область применимости различных моделей
19	Планировать простые физические эксперименты и выполнять физические измерения
20	Обрабатывать и оценивать результаты измерений, представлять их в удобной для восприятия форме

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 1		
Модуль: МЕХАНИКА, ЭЛЕМЕНТЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И ТЕРМОДИНАМИКИ		
Дидактическая единица: Механика		
Предмет физики. Развитие физики и техники и их взаимное влияние друг на друга. Методы физического исследования. Роль курса физики в техническом вузе. Структура курса, его связь с другими дисциплинами учебного плана	2	1, 2, 3
Инерциальные системы отсчета, метод координат. Алгебра векторов. Векторы координат, скорости и ускорения. Координатный, векторный и естественный способы описания движения материальной точки. Нормальное и тангенциальное ускорения	2	10, 12, 14, 16, 5, 6, 8
Пространство и время в механике Ньютона. Преобразования Галилея и их следствия. Принципы относительности Галилея и Эйнштейна. Опыт Майкельсона-Морли	2	10, 11, 12, 13, 14, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Постулаты специальной теории относительности Эйнштейна. Преобразования Лоренца и их следствия: относительность одновременности, замедление хода времени движущихся часов, сокращение длины движущихся предметов, закон сложения скоростей	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Пространство-время специальной теории относительности: понятие о геометрии и пространстве Минковского, причинно-следственная структура событий в этом пространстве. Инварианты преобразований Лоренца: интервал и собственное время. Четырехвекторы	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Четырехвекторы скорости и импульса, инвариантная масса. Импульс, полная энергия и кинетическая энергия релятивистской частицы. Распады и столкновения релятивистских частиц	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Импульс в механике Ньютона. Законы динамики Ньютона. Силы в механике. Центр инерции и его закон движения. Движение тела с переменной массой	2	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Работа и мощность. Теорема о приращении кинетической энергии. Потенциальные силы. Примеры потенциальных силовых полей: поле сил тяготения, поле упругих сил деформации. Связь между силой и потенциальной энергией. Закон сохранения	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

энергии в механике		
Применение законов сохранения импульса и энергии: распады, упругие и неупругие столкновения частиц в нерелятивистском приближении. Импульсные диаграммы	2	10, 11, 12, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Момент импульса частицы и системы частиц. Законы изменения и сохранения момента импульса. Связь законов сохранения импульса, энергии и момента импульса с симметриями пространства-времени	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Элементы кинематики вращательного движения твердого тела: векторы элементарного угла поворота, угловой скорости и углового ускорения. Момент импульса твердого тела, основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Кинетическая энергия вращательного движения твердого тела. Свободные оси вращения и главные моменты инерции. Свободный симметричный волчок, тяжелый симметричный волчок, гироскопы и их применение	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Одномерное движение в потенциальных силовых полях: финитное и инфинитное движения, период финитного движения	2	10, 11, 12, 4, 6, 7, 8
Проблема двух тел, взаимодействующих посредством центральных сил. Выделение движения центра инерции, описание относительного движения, приведенная масса	2	10, 11, 12, 4, 6, 7, 8
Задача Кеплера: законы сохранения, качественный анализ движения двух тел, взаимодействующих посредством кулоновских сил. Законы Кеплера, типы орбит в задаче Кеплера	2	1, 10, 11, 12, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Движение в неинерциальных системах отсчета. Центробежная и кориолисова силы инерции	2	10, 11, 12, 14, 15, 16, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Дидактическая единица: Молекулярная физика		
Термодинамический и статистический методы описания тепловых свойств вещества. Термодинамическое равновесие. Описание состояния вещества с помощью набора макроскопических параметров: давления, температуры, объема. Статистический смысл абсолютной температуры. Диаграммы состояний. Уравнение состояния идеального газа	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Работа, теплота и внутренняя энергия. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам. Теплоемкости при постоянных давлении и объеме. Адиабатический процесс	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Обратимые и необратимые процессы. Циклический процесс. Анализ идеальной тепловой машины,	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16,

работающей по циклу Карно. КПД тепловых машин и эффективность холодильных машин		2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Равенство Клаузиуса для обратимых циклических процессов и энтропия - функция состояния вещества. Неравенство Клаузиуса для необратимых циклических процессов. Различные формулировки второго начала термодинамики и их эквивалентность. Неубывание энтропии теплоизолированных термодинамических систем	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Статистическое распределение Максвелла молекул газа по скоростям. Распределение Максвелла по абсолютным значениям скоростей и по кинетическим энергиям. Опыт Штерна	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Идеальный газ во внешнем поле, барометрическая формула. Статистическое распределение Больцмана. Опыт Перрена	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Распределение Максвелла-Больцмана. Закон равнораспределения энергии по классическим степеням свободы. Внутренняя энергия и теплоемкость идеального газа	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Отступления от законов идеальных газов. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Фазовые переходы. Условия равновесия фаз. Тройная точка. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8, 9
Элементарная теория явлений переноса. Вязкость, теплопередача, диффузия	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Семестр: 2		
Модуль: ЭЛЕКТРОДИНАМИКА		
Дидактическая единица: Электричество и магнетизм		
Релятивистская кинематика. Инварианты преобразований Лоренца. Четырехвекторы скорости, ускорения, плотности электрического тока. Четырехградиент	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 4, 5, 6, 7
Релятивистское обобщение второго закона Ньютона. Вектор четырехсилы. Смысл различных компонент основного уравнения динамики релятивистской частицы: законы изменения импульса и энергии	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Закон сохранения четырехимпульса для системы локально взаимодействующих релятивистских частиц. Распады и столкновения частиц. Импульсные диаграммы	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Взаимодействия в механике Ньютона: концепция дальнего действия. Взаимодействия в механике специальной теории относительности: концепция ближнего действия. Понятие поля в специальной теории относительности	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Электрическое и магнитное взаимодействие. Релятивистский характер магнитного взаимодействия заряженных частиц. Сила Лоренца.	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 4, 5, 6, 7, 8,

Напряженности электрического и магнитного полей		9
Уравнение динамики заряженной частицы в электромагнитном поле. Понятие о тензорных величинах. Тензор электромагнитного поля. Преобразования Лоренца для электрического и магнитного полей. Инварианты из полей и их применение	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Движение релятивистской заряженной частицы в однородных электрическом и магнитном полях.	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Скалярные и векторные поля. Математические операции над полями: градиент скалярного поля, дивергенция и ротор векторного поля. Теоремы Стокса и Гаусса-Остроградского	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Закон Кулона. Принцип суперпозиции для полей. Уравнения Максвелла о потоке вектора E , и о потоке вектора B . Дифференциальная форма этих уравнений	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Принцип относительности Эйнштейна и система микроскопических уравнений Максвелла для полей заряженных частиц в вакууме. Плотность энергии и плотность импульса электромагнитного поля	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Основные уравнения электростатики - уравнение Пуассона и Лапласа, простейшие решения этих уравнений	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Методы расчета электростатических полей систем зарядов в вакууме: с помощью уравнения Максвелла о потоке вектора (теорема Гаусса) и с использованием принципа суперпозиции	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Потенциал и электрическое поле диполя. Понятие о мультипольном разложении	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Проводники в электрическом поле. Метод изображений как способ расчета электростатических полей. Электроемкость, расчет электроемкостей	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8, 9
Электрическое поле в среде. Поляризация диэлектрика. Векторы P , E , D . Диэлектрическая проницаемость. Материальные соотношения для полей в диэлектрических средах. Полярные и неполярные диэлектрики, понятие о пьезоэлектриках и сегнетоэлектриках	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8, 9
Уравнения электростатики диэлектриков. Граничные условия для полей P, E, D . Расчет электростатических полей в средах. Энергия и давление электрического поля в средах	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Электрический ток, сила тока, плотность тока. Ток в металлах. Закон Ома. Электропроводность жидкостей и газов. Граничные условия при наличии токов в диэлектриках	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8

Электрические цепи. Законы Кирхгофа. Электрические цепи с электроемкостью	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Стационарное магнитное поле. Вектор-потенциал магнитного поля. Уравнения магнитостатики. Расчет магнитостатических полей по формуле Био-Савара и с помощью уравнения Максвелла о циркуляции вектора \mathbf{B} .	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Магнитный диполь и его магнитное поле. Магнитный диполь во внешнем поле	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Магнитное поле в среде. Векторы \mathbf{M} , \mathbf{B} , \mathbf{H} , магнитная проницаемость. Материальные соотношения для полей в магнитных средах. Парамагнетики, диамагнетики и ферромагнетики	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8, 9
Уравнения для магнитных полей в средах. Граничные условия для полей \mathbf{M} , \mathbf{B} , \mathbf{H} . Расчет магнитостатических полей в средах	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Магнитные цепи. Постоянные магниты	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8, 9
Закон электромагнитной индукции Фарадея	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Энергия магнитного поля. Индуктивность и методы ее расчета. Давление магнитного поля	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8, 9
Взаимоиндукция. Цепи переменного тока. Технические применения электромагнитной индукции	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8, 9
Процедура усреднения микроскопических полей. Полная система уравнений Максвелла для электромагнитных полей в средах	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 9
Дидактическая единица: Оптика		
Квазистационарные электромагнитные явления. Скин-эффект	2	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Семестр: 3		
Модуль: КОЛЕБАНИЯ, ВОЛНЫ И ОПТИКА		
Дидактическая единица: Оптика		
Колебания: свободные, вынужденные, автоколебания. Характеристики колебаний	2	1, 10, 11, 12, 15, 4, 6, 7, 8
Модель гармонического осциллятора. Математический и физический маятники, электрический колебательный контур, атом Томсонов. Энергетический метод описания колебаний	2	1, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 4, 6, 7, 8
Затухающие колебания: декремент, добротность; колебательный, критический и апериодический режимы	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8, 9
Вынужденные колебания: понятие импеданса,	4	1, 10, 11, 12,

резонанс и добротность		13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8, 9
Графический анализ колебаний с помощью фазовой плоскости	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Общее рассмотрение свободных колебаний. Понятие об анализе нелинейных колебаний	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Колебания в нескольких измерениях. Сложение колебаний. Фигуры Лиссажу	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Лагранжева и гамильтонова формы механики. Уравнения Лагранжа и Гамильтона простейших колебательных систем	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Связанные осцилляторы. Нормальные колебания	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Колебания линейных цепочек тождественных связанных осцилляторов. Предельный переход от дискретных упорядоченных структур к одномерной сплошной среде. Понятие о временной и пространственной дисперсиях	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Волновые движения, кинематика волн. Одномерное волновое уравнение и его простейшие решения. Волны в упругих средах - на струне и в твердых телах	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Излучение электромагнитных волн: решения уравнения Д'Аламбера в виде запаздывающих потенциалов	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Электромагнитное поле вдали от излучателя. Дипольное излучение	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Плоские электромагнитные волны и их состояния поляризации	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Классическая теория дисперсии электромагнитных волн. Понятие о временной и пространственной дисперсиях электромагнитных волн. Электромагнитные волны в диспергирующих средах: показатель преломления, волновые пакеты и их распыление. Фазовая и групповая скорости волн	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Изменение состояний поляризации электромагнитных волн при прохождении анизотропных и гиротропных сред	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Волновой четырехвектор. Эффект Доплера. Аномальный эффект Доплера и Черенковское излучение	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Отражение и преломление электромагнитных волн. Случай ТМ и ТЕ волн. Формулы Френеля. Полное	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16,

внутреннее отражение, туннельный эффект		4, 6, 7, 8
Интерференция электромагнитных волн. Понятие когерентности: временная и пространственная когерентности, время и длина когерентности. Анализ интерференционных явлений в простейших интерференционных приборах	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Дифракция волн. Принципы Гюйгенса и Гюйгенса-Френеля	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Дифракция электромагнитных волн. Дифракция Френеля: метод зон Френеля. Дифракция Фраунгофера на щели и системе щелей. Понятие о спектральном анализе и голографии	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Приближение геометрической оптики, критерий геометрической оптики. Принцип Ферма. Соотношение неопределенностей в оптике	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 4, 6, 7, 8
Электромагнитное излучение в полости с зеркальными стенками. Представление излучения в виде бесконечного набора гармонических осцилляторов. Плотность состояний электромагнитного поля. Закон Рэлея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Дидактическая единица: Физика атомов и атомных явлений		
Явления оптики в пределе малых интенсивностей света - корпускулярно-волновой дуализм	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Семестр: 4		
Модуль: ВВЕДЕНИЕ В КВАНТОВУЮ ФИЗИКУ		
Дидактическая единица: Физика атомов и атомных явлений		
Тепловое излучение: исходные понятия и элементарные законы	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Термодинамика излучения абсолютно черного тела: давление излучения, уравнение адиабатического процесса. Законы Стефана-Больцмана и смещения Вина	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Формулы Рэлея-Джинса и Вина. Ультрафиолетовая катастрофа, сравнение с теорией теплоемкости твердых тел. Интерполяционная формула Планка и ее вывод на основе гипотезы о кванте энергии. Вывод законов теплового излучения из формулы Планка	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Флуктуации энергии электромагнитного излучения в полости. Корпускулярно-волновая природа электромагнитного излучения. Гипотеза светового кванта; фотоэффект, его законы, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Фотохимические реакции. Эффект Комптона	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8

Предпосылки открытия квантовой механики: дискретные оптические спектры, квантование магнитного и орбитального моментов, гипотеза кванта энергии, гипотеза Луи-де-Бройля о волновой природе материи. Элементы старой квантовой теории: постулаты Бора, условие квантования Бора-Зоммерфельда	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Стационарное и нестационарные уравнения Шредингера. Операторы координаты и импульса. Гамильтониан. Вероятностная интерпретация волновой функции. Алгебра и соотношение неопределенностей Гейзенберга	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Квантование, как задача на собственные значения. Простейшие одномерные задачи: частица в потенциальной яме, плоский ротатор. Дискретный и непрерывный спектры, вырождение уровней энергии и четность. Рассеяние частиц на потенциальных ямах и барьерах	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Элементы математического аппарата квантовой механики: наблюдаемые, их спектры и собственные волновые функции; состояния квантовомеханических систем и принцип суперпозиции. Операторы физических величин, их спектры и базисы из собственных состояний	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Основные постулаты квантовой механики. Эволюция состояний во времени Алгебры Гейзенберга, гармонического осциллятора и углового момента	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Квантовый гармонический осциллятор: его энергетический спектр, собственные векторы состояний и собственные волновые функции	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Одновременно измеримые наблюдаемые. Элементы квантовой теории углового момента: собственные значения операторов углового момента, их собственные векторы и собственные волновые функции. Понятие о сферических гармониках	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Опыт Штерна-Герлаха. Частицы со спином и угловым моментом. Спин-1/2. Прецессия магнитного момента в магнитном поле	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Квантовая механика систем с несколькими базисными состояниями: молекула аммиака, молекулярный ион водорода, молекула водорода. Аммиачный мазер	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Атом водорода - постановка и общее рассмотрение Кеплеровой задачи с использованием интегралов движения. Энергетический спектр и волновые функции атома водорода	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Частица в периодическом потенциале. Модель Фейнмана одномерной решетки. Энергетические	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16,

зоны в кристаллах		18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Бозоны и фермионы. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Распределение электронов по энергетическим зонам: металлы, диэлектрики, полупроводники. Квазичастицы - электроны и дырки	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Полупроводники: электропроводность чистых и примесных полупроводников. Контактные явления в полупроводниках. Элементы теории сверхпроводимости	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Дидактическая единица: Физика атомного ядра и частиц		
Введение в физику ядра. Радиоактивный распад.	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Элементарные частицы	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Практические занятия

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 1			
Модуль: МЕХАНИКА, ЭЛЕМЕНТЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И ТЕРМОДИНАМИКИ			
Дидактическая единица: Механика			
Метод размерностей и координатный способ описания движений	Студент определяет физические величины (параметры), которые существенны для описания рассматриваемого физического явления Используя метод размерностей, устанавливает зависимость требуемой физической величины от существенных параметров Использует метод координат при координатном описании движений	4	1, 12, 14, 17, 18, 4, 6, 8, 9
Векторный и естественный способы описания движений,	Студент использует векторную алгебру и	8	10, 11, 12, 16, 17, 18,

нормальное и тангенциальное ускорения	анализ при векторном и естественном способах описания движений, использует координатный и естественный способы описания движений для вычисления нормального и тангенциального ускорений при криволинейных движениях частицы		4, 6, 8
Кинематика специальной теории относительности	Студент, используя преобразования Лоренца, анализирует эффекты замедления времени и сокращения масштабов движущихся тел в различных физических процессах Применяет закон сложения скоростей	4	10, 11, 12, 16, 17, 18, 2, 4, 5, 6, 8
Релятивистские импульс, энергия и кинетическая энергия	Студент применяет релятивистские формулы для импульса, энергии и кинетической энергии частиц для описания распадов и столкновений частиц высоких энергий	4	10, 11, 12, 16, 17, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Распад частиц в нерелятивистском приближении	Студент применяет законы сохранения импульса и энергии для анализа процессов распада частиц в нерелятивистском приближении Использует импульсные диаграммы для описания распадов в лабораторной системе (ЛСО) и системе центра инерции (СЦИ)	4	10, 11, 12, 16, 17, 4, 5, 8
Упругие и неупругие столкновения частиц в нерелятивистском приближении	Студент применяет законы сохранения импульса и энергии для анализа упругих и	8	10, 11, 12, 16, 17, 4, 5, 7

	неупругих столкновений частиц в нерелятивистском приближении Использует импульсные диаграммы для описания упругих и неупругих столкновений частиц в ЛСО и СЦИ		
Законы изменения и сохранения момента импульса частицы в механике Ньютона	Студент применяет законы изменения и сохранения момента импульса для анализа орбитального движения частиц, планет Анализирует, выполняются ли условия сохранения момента импульса в рассматриваемых задачах	4	10, 11, 12, 16, 17, 4, 5, 6, 7
Динамика вращательного движения твердого тела	Студент применяет основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела к анализу динамики вращения твердых тел в различных ситуациях, в том числе и в комбинации с основным уравнением динамики поступательного движения	4	10, 11, 16, 17, 4, 6, 8
Момент импульса и энергия вращательного движения твердых тел	Студент вычисляет моменты инерции простейших тел Применяет закон сохранения энергии в простейших ситуациях, когда необходимо учитывать энергию вращательного движения Используя законы сохранения импульса, момента импульса и	8	10, 11, 12, 16, 17, 4, 6, 8

	энергии, анализирует движение волчков, сталкивающихся гантелей и т.д.		
Дидактическая единица: Молекулярная физика			
Первое начало термодинамики: анализ изопроцессов, Расчет КПД	Студент применяет первое начало термодинамики и уравнение состояния для анализа различных изопроцессов, происходящих с идеальным газом Рассчитывает КПД различных идеальных циклов с идеальным газом, используя первое начало, уравнения процессов и уравнение состояния	8	10, 11, 12, 16, 17, 4, 7
Энтропия и вероятность, рост энтропии в теплоизолированных системах	Студент применяет формулу Больцмана, выражающую энтропию через вероятность, для подсчета энтропии различных состояний системы Вычисляет изменение энтропии в процессах выравнивания, происходящих в условиях теплоиз	4	11, 12, 17, 18, 4, 6
Распределение Максвелла, распределение Больцмана	Студент применяет распределение Максвелла по скоростям к расчету различных характеристик идеального газа Применяет распределение Больцмана для вычисления характеристик идеального газа, помещенного во внешнее поле	4	10, 11, 12, 16, 17, 4, 8

Явления переноса	Студент анализирует явления переноса - вязкость, диффузию и теплопередачу в простейших физических ситуациях, используя известные выражения для коэффициентов переноса	4	12, 16, 17, 4, 6, 7, 9
Семестр: 2			
Модуль: ЭЛЕКТРОДИНАМИКА			
Дидактическая единица: Электричество и магнетизм			
Закон сохранения четырехимпульса	Студент применяет закон сохранения энергии и импульса (четыреимпульса) к анализу распадов и столкновений релятивистских частиц Вычисляет энергетические пороги различных реакций с частицами	2	10, 11, 14, 16, 17, 18, 4, 5, 6, 7, 8
Распады и столкновения релятивистских частиц	Студент применяет импульсные диаграммы при описании распадов и столкновений частиц высоких энергий	4	10, 11, 12, 16, 17, 18, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Преобразования Лоренца для полей E и B	Студент выводит закон преобразования полей E и B при преобразованиях Лоренца Применяет инварианты для полей E и B.	2	10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7
Движение заряженных частиц в постоянном однородном магнитном поле	Студент, используя силу Лоренца и основной закон динамики, описывает движение заряженных частиц в однородных электрическом и магнитном полях в нерелятивистском и релятивистском пределах	2	10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7, 8
Применение уравнения Максвелла	Студент вычисляет	2	12, 16, 17,

о потоке вектора E к расчету электростатических полей	электростатические поля симметричных распределений зарядов: поля заряженных плоскости, нити, цилиндра, сферы, шара и т. д. Применяет в ряде случаев и принцип суперпозиции		18, 4, 6
Потенциал и напряженность электростатического поля	Студент, используя принцип суперпозиции, рассчитывает потенциалы и напряженности электростатических полей различных распределений зарядов. Применяет формулу, связывающую потенциал с напряженностью	2	10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7, 8
Метод изображений	Студент вычисляет потенциал и напряженность электростатического поля различных систем зарядов методом изображений	2	10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7, 8
Емкость	Студент вычисляет емкости простейших систем проводников	2	10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7, 8
Электростатические поля в диэлектриках	Студент вычисляет электростатические поля в диэлектрических средах, используя уравнение Максвелла о потоке вектора D и граничные условия. Применяет в ряде случаев и метод изображений	2	10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7
Законы постоянного тока	Студент применяет законы Ома и Кирхгофа для расчета токов и напряжений различных электрических цепей	2	10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 7
Формула Био-Савара	Студент применяет	2	10, 11, 16,

	формулу Био-Савара к расчету магнитостатических полей различных систем токов Использует принцип суперпозиции для полей		17, 18, 4, 6, 7
Применение уравнения Максвелла о циркуляции вектора \mathbf{B}	Студент рассчитывает магнитостатические поля симметричных распределений токов с помощью уравнения Максвелла о циркуляции вектора. Применяет в ряде случаев и принцип суперпозиции	2	10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7
Магнитный диполь во внешнем поле	Студент вычисляет силу и момент силы, действующие на магнитный диполь во внешнем поле	2	10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7
Магнитное поле в магнетиках	Студент рассчитывает магнитостатические поля симметричных распределений токов с помощью уравнения Максвелла о циркуляции \mathbf{H} . Использует граничные условия для полей	2	10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7
Энергия магнитного поля, индуктивность	Студент вычисляет индуктивности простейших систем. Рассчитывает энергию магнитного поля простейших систем токов	4	10, 11, 16, 17, 18, 4, 6, 7
Семестр: 3			
Модуль: КОЛЕБАНИЯ, ВОЛНЫ И ОПТИКА			
Дидактическая единица: Оптика			
Модель гармонического осциллятора	Студент, используя законы физики, описывает свободные колебания простейших	2	1, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 4, 6, 7, 8

	колебательных механических и электрических систем. Определяет в каждом рассматриваемом случае условия применимости модели гармонического осциллятора		
Энергетический метод описания колебаний	Описывает колебания простейших физических систем с помощью энергетического метода, учитывая все виды энергии системы, определяя условия применимости гармонического приближения	4	1, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 4, 6, 7, 8
Затухающие механические и электрические колебания	Студент описывает колебания простейших физических систем с учетом сил трения. Вычисляет основные характеристики затухающих колебаний: декремент и добротность.	4	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7, 8
Вынужденные колебания	Студент описывает вынужденные колебания простейших физических систем; Решает дифференциальное уравнение вынужденных колебаний Вычисляет основные характеристики вынужденных колебаний	4	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7, 8
Нормальные колебания систем связанных осцилляторов	Студент получает из уравнений Лагранжа систему дифференциальных уравнений, описывающих колебания. Вычисляет частоты и	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7, 8

	векторы нормальных колебаний системы		
Нормальные колебания цепочек связанных осцилляторов	Студент получает систему дифференциальных уравнений, описывающих колебания. Вычисляет частоты и векторы нормальных колебаний цепочки.	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7, 8
Одномерное волновое уравнение	Студент применяет решения одномерного волнового уравнения для описания одномерных волновых движений различных физических систем	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7, 8
Плоские монохроматические электромагнитные волны	Вычисляет характеристики электромагнитных волн в простейших физических ситуациях	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7, 8
Состояния поляризации плоских монохроматических электромагнитных волн	Студент анализирует изменение состояний поляризации электромагнитных волн при прохождении ими анизотропных и гиротропных сред. Вычисляет интенсивность электромагнитных волн, проходящих различные системы скрещенных поляроидов, анизотропных пластинок и оптически активных сред	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7, 8
Отражение и преломление электромагнитных волн	Студент применяет формулы Френеля для анализа отражения и преломления электромагнитных волн на плоской границе раздела двух сред	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7, 8
Интерференция света	Студент анализирует явления интерференции света в различных интерферометрах. Вычисляет	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7, 8

	интенсивность света и положения максимумов интерференционной картины		
Дифракция Френеля	Студент применяет метод зон Френеля для анализа явлений дифракции Френеля	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7, 8
Дифракция Фраунгофера	Студент вычисляет интенсивность дифрагированного света при дифракции на щели и системе щелей	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7, 8
Предел геометрической оптики, соотношение неопределенности в оптике	С помощью соотношения неопределенностей в оптике студент анализирует возможные отклонения от геометрической оптики в различных оптических явлениях	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7, 8
Явления оптики в пределе малых интенсивностей света	Студент анализирует прохождение света через систему скрещенных поляризаторов и интерференцию света в пределе очень малых интенсивностей света	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 6, 7, 8
Семестр: 4			
Модуль: ВВЕДЕНИЕ В КВАНТОВУЮ ФИЗИКУ			
Дидактическая единица: Физика атомов и атомных явлений			
Законы теплового излучения	Студент применяет законы Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Вина и формулу Планка к описанию теплового излучения различных нагретых тел	2	1, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 2, 4, 6, 7, 8
Энергия и импульс фотона. Фотоэффект, Комптон-эффект	Студент решает задачи, в которых необходимо учитывать корпускулярную природу электромагнитного излучения. Анализирует эффект	2	1, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 2, 4, 6, 7, 8

	Комптона, применяя закон сохранения четырехимпульса фотона.		
Волновые свойства микрочастиц	Студент применяет формулу Луи-де-Бройля к анализу волновых свойств микрочастиц в различных экспериментах по дифракции на кристаллических решетках	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Элементы старой квантовой теории	Студент использует постулаты Бора и условие квантования Бора-Зоммерфельда для вычисления энергетических спектров различных микросистем	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Уравнение Шредингера для простейших микросистем. Соотношение не-определенностей	Студент согласно известному алгоритму выписывает стационарное и нестационарное уравнение Шредингера различных микросистем. Производит оценки порядков различных физических величин известных микросистем.	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Частица в потенциальной яме	С помощью стационарного уравнения Шредингера студент вычисляет энергетический спектр и волновые функции микрочастицы в потенциальной яме бесконечной и конечной глубины. Графически решает соответствующее трансцендентное уравнение.	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Рассеяние частиц на одномерных потенциальных ямах и барьерах	Используя подходящие решения стационарного	2	1, 10, 11, 12, 16, 17,

	уравнения Шредингера, студент вычисляет коэффициенты прохождения и отражения микрочастиц при их рассеянии на одномерных потенциальных ямах и барьерах		18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Квантовые биения	С помощью нестационарного уравнения Шредингера студент описывает эволюцию во времени суперпозиции стационарных состояний микросистемы	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Состояния спина $-1/2$, прецессия магнитного момента электрона	Студент вычисляет векторы состояний спина $1/2$, используя матрицы Паули. С помощью нестационарного уравнения Шредингера описывает прецессию магнитного момента электрона во внешнем магнитном поле.	4	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Квантовая механика двухуровневых систем	Студент выписывает модельный гамильтониан двухуровневой системы: иона молекулы водорода, молекулы водорода, молекулы аммиака и т.д. Студент вычисляет энергетический спектр и векторы состояний, используя стационарное уравнение Шредингера с модельным гамильтонианом решает проблемную задачу об аммиачном лазере	4	1, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Квантовая механика систем с несколькими базисными	Студент выписывает модельный	2	1, 10, 11, 12, 16, 17,

состояниями	гамильтониан системы: иона CO ⁻ , молекулы бензола и т.д. Вычисляет энергетический спектр и векторы состояний, используя стационарное уравнение Шредингера с модельным гамильтонианом.		18, 4, 5, 6, 7, 8
Модель Фейнмана одномерной кристаллической решетки	Студент выписывает модельный гамильтониан одномерной цепочки атомов с одним электроном проводимости. Вычисляет энергетический спектр и векторы состояний модельной системы, используя стационарное уравнение Шредингера.	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 5, 6, 7, 8
Энергетические спектры водородоподобных атомов, вибрационные и ротационные спектры двухатомных молекул	Студент вычисляет энергетические спектры водородоподобных атомов. Получает модельный приближенный гамильтониан двухатомной молекулы. Вычисляет вибрационный и ротационный спектры и соответствующие волновые функции двухатомной молекулы.	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 5, 6, 7, 8
Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака	Студент применяет распределение Бозе-Эйнштейна к вычислению характеристик фотонного и фононного газа (тепловое излучение, теплоемкость твердых тел). Применяет распределение Ферми-	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 4, 5, 6, 7, 8

	Дирака к вычислению характеристик газа электронов и дырок в металлах и полупроводниках.		
Дидактическая единица: Физика атомного ядра и частиц			
Ядерные реакции	Студент применяет законы сохранения для анализа превращений элементарных частиц	2	1, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Лабораторная работа

Таблица 4.3

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 1			
Модуль: МЕХАНИКА, ЭЛЕМЕНТЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И ТЕРМОДИНАМИКИ			
Дидактическая единица: Общий физический практикум			
Вводное занятие: обработка результатов прямых измерений	На примере измерения времени соударения шаров студент учится обрабатывать ошибки прямых измерений, строит гистограмму ошибок измерения.	4	10, 11, 12, 14, 15, 19, 20, 3, 8, 9
Работа № 1: Измерение времени упругого столкновения шаров	Студент измеряет время соударения двух металлических шаров различных диаметров, знакомится с теорией явления и сравнивает экспериментально полученные результаты с теоретическими формулами.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 3, 4, 8, 9
Работа № 2: Измерение начальной скорости пули с помощью баллистического маятника	Студент измеряет скорость пуль различных масс, выпущенных из пружинного пистолета. Экспериментальные результаты сравниваются с выводами теории, основанной на законах сохранения импульса и энергии.	4	10, 11, 13, 14, 15, 19, 20, 3, 8, 9
Работа № 3: Изучение динамики	Студент измеряет	4	10, 11, 14,

вращательного движения маятника Обербека	угловое ускорение маятника Обербека в зависимости от массы груза, раскручивающего маятник.		15, 16, 19, 20, 3, 8
Работа № 4: Определение момента инерции маятника Обербека	Студент определяет момент инерции маятника Обербека для двух положений грузиков относительно оси маятника.	4	10, 11, 13, 14, 15, 19, 20, 3, 8, 9
Работа № 5: Определение отношения теплоемкостей методом Клемана и Дезорма	Студент измеряет показатель адиабаты воздуха методом Клемана - Дезорма.	4	10, 11, 15, 16, 19, 20, 3, 9
Работа № 6: Определение коэффициента внутреннего трения (вязкости) жидкости по методу Стокса	Студент определяет вязкость глицерина и трансформаторного масла методом падения в них малых металлических шариков.	4	10, 11, 18, 19, 3, 8, 9
Работа № 7: Изучение распределения электронов по энергиям	Студент изучает распределение Больцмана электронов в вакуумной лампе.	4	10, 11, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 3, 9
Семестр: 2			
Модуль: ЭЛЕКТРОДИНАМИКА			
Дидактическая единица: Общий физический практикум			
Работа № 10: Изучение электрического поля моделированием	Студент изучает картину силовых линий электрического поля в электролитической ванночке.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Работа № 11: Изучение работы источника питания	Студент изучает законы постоянного тока в замкнутой цепи, содержащей э.д.с.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Работа № 12: Измерение удельного заряда электрона	Студент измеряет удельный заряд электрона при помощи магнетрона.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Работа № 13: Измерение диэлектрической проницаемости конденсаторного масла	Студент измеряет диэлектрическую проницаемость конденсаторного масла методом втягивания в конденсатор.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 3, 4, 7, 8, 9

Работа № 14: Изучение вещества в электрическом поле	Студент изучает электрические свойства сегнетоэлектрика.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Работа № 15: Изучение магнитного поля кругового тока	Студент измеряет напряженность магнитного поля круговой катушки при помощи компаса.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Работа № 16: Изучение ферромагнетика	Студент измеряет магнитные свойства ферромагнетика.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Семестр: 3			
Модуль: КОЛЕБАНИЯ, ВОЛНЫ И ОПТИКА			
Дидактическая единица: Общий физический практикум			
Работа № 20: Колебания в системе с двумя степенями свободы	Студент изучает колебания двух физических маятников, связанных пружинкой.	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Работа № 21: Изучение сложения колебаний	Студент изучает сложение двух одинаково направленных и взаимно перпендикулярных колебаний на экране осциллографа.	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Работа № 22: Собственные электромагнитные колебания	Студент изучает затухающие колебания в колебательном контуре.	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Работа № 23: Вынужденные колебания в электрическом колебательном контуре	Студент изучает резонансные кривые в колебательном контуре в зависимости от сопротивления контура.	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Работа № 24: Волны на струне	Студент изучает стоячие волны на струне, возникающие под действием звукового генератора.	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Работа № 30: Измерение поляризуемости молекул воздуха с помощью интерферометра Жамена	Студент измеряет поляризуемость молекул воздуха с помощью	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 3,

	интерферометра Жамена.		4, 6, 7, 8, 9
Работа № 31: Изучение интерференции света методом колец Ньютона	Студент измеряет длину волны света с помощью установки для наблюдения колец Ньютона.	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Работа № 32: Дифракция света на дифракционной решетке и на ультразвуковой волне	Студент изучает дифракцию света на стеклянной дифракционной решетке и на ультразвуковой ячейке.	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Работа № 33: Изучение мод электромагнитного излучения в тонких диэлектрических пленках	Студент получает моды лазерного излучения в тонких пленках.	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Работа № 34: Изучение поляризации света	Студент проверяет закон Малюса и изучает вращение плоскости поляризации в сахариметре.	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Семестр: 4			
Модуль: ВВЕДЕНИЕ В КВАНТОВУЮ ФИЗИКУ			
Дидактическая единица: Общий физический практикум			
Работа № 35: Измерение постоянной Планка	Студент измеряет постоянную Планка на установке изучения теплового излучения лампочки.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Работа № 37: Изучение теплового излучения лампы накаливания	Студент измеряет постоянную Стефана - Больцмана на установке изучения теплового излучения лампочки.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Работа № 42: Исследование свойств фоторезистора	Студент измеряет ширину запрещенной зоны полупроводника фоторезистора.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Работа № 41: Исследование эффекта Холла и электропроводности в полупроводниках	Студент изучает эффект Холла в полупроводниках и определяет постоянную Холла.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Работа № 39: Опыт Франка-Герца и квантование уровней энергии	Студент наблюдает квантование уровней энергии на установке	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18,

	Франка-Герца.		19, 2, 20, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Работа № 40: Определение ширины запрещенной зоны полупроводника	Студент определяет ширину запрещенной зоны полупроводника по температурной зависимости электропроводности.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Работа № 44: Изучение характеристик полупроводниковых диодов	Студент определяет некоторые характеристики р-п перехода по температурной зависимости электропроводности.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Работа № 50: Взаимодействие бэ́та-излучения с веществом	Студент изучает ослабление пучка бэ́та-частиц при прохождении картонных и металлических пластин.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Работа № 51: Определение энергии альфа-частицы по длине свободного пробега	Студент определяет энергию альфа-частиц, измеряя рассеяние их в воздухе.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 3, 4, 6, 7, 8, 9
Работа № 52: Изучение статистики бэ́та-распада	Студент получает распределение Гаусса числа частиц при бэ́та-распаде.	4	10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 3, 4, 6, 7, 8, 9

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 1, Подготовка к зачету

Для получения зачета студент обязан выполнить все предусмотренные в семестре лабораторные работы и защитить их. Также он обязан удовлетворительно работать на практических занятиях и выполнять домашние задания (2 - 3 задачи). Кроме того для получения зачета необходимо успешно (как минимум, удовлетворительно) выполнить контрольную работу. На подготовку к зачету отводится 10 часов. Подробнее см. Правила аттестации.

Семестр- 1, Контрольные работы

Контрольная работа проводится в конце семестра и входит в Зачет студента за семестр. На подготовку к контрольной работе отводится 10 часов. Варианты Контрольных работ см. в разделе в Примеры контролируемых материалов.

Семестр- 1, Индив. работа

Индивидуальная работа студента заключается в самостоятельном решении задач. На индивидуальную работу отводится 50 часов.

Семестр- 1, Подготовка к занятиям

Подготовка к лекциям заключается в изучении материала предыдущей лекции. Подготовка к практическим занятиям заключается в решении домашнего задания и проработке лекционного материала на тему будущего занятия. Подготовка к лабораторным работам заключается в проработке теоретического материала по теме лабораторной работы и подготовке заготовки протокола. На подготовку к занятиям отводится 7 часов.

Семестр- 2, Подготовка к зачету

Для получения зачета студент обязан выполнить все предусмотренные в семестре лабораторные работы и защитить их. Также он обязан удовлетворительно работать на практических занятиях и выполнять домашние задания (2 - 3 задачи). Кроме того для получения зачета необходимо успешно (как минимум, удовлетворительно) выполнить контрольную работу. На подготовку к зачету отводится 10 часов. Подробнее см. Правила аттестации.

Семестр- 2, Контрольные работы

Контрольная работа проводится в конце семестра и входит в Зачет студента за семестр. На подготовку к контрольной работе отводится 2 часа. Варианты Контрольных работ см. в разделе в Примеры контролирующих материалов.

Семестр- 2, Индив. работа

Индивидуальная работа студента заключается в самостоятельном решении задач. На индивидуальную работу отводится 5 часов.

Семестр- 2, Подготовка к занятиям

Подготовка к лекциям заключается в изучении материала предыдущей лекции. Подготовка к практическим занятиям заключается в решении домашнего задания и проработке лекционного материала на тему будущего занятия. Подготовка к лабораторным работам заключается в проработке теоретического материала по теме лабораторной работы и подготовке заготовки протокола. На подготовку к занятиям отводится 3 часа.

Семестр- 3, Подготовка к зачету

Для получения зачета студент обязан выполнить все предусмотренные в семестре лабораторные работы и защитить их. Также он обязан удовлетворительно работать на практических занятиях и выполнять домашние задания (2 - 3 задачи). Кроме того для получения зачета необходимо успешно (как минимум, удовлетворительно) выполнить контрольную работу. На подготовку к зачету отводится 10 часов. Подробнее см. Правила аттестации.

Семестр- 3, Контрольные работы

Контрольная работа проводится в конце семестра и входит в Зачет студента за семестр. На подготовку к контрольной работе отводится 10 часов. Варианты Контрольных работ см. в разделе в Примеры контролирующих материалов.

Семестр- 3, Индив. работа

Индивидуальная работа студента заключается в самостоятельном решении задач. На индивидуальную работу отводится 80 часов.

Семестр- 3, Подготовка к занятиям

Подготовка к лекциям заключается в изучении материала предыдущей лекции. Подготовка к практическим занятиям заключается в решении домашнего задания и проработке лекционного материала на тему будущего занятия. Подготовка к лабораторным работам заключается в проработке теоретического материала по теме лабораторной работы и подготовке заготовки протокола. На подготовку к занятиям отводится 20 часов.

Семестр- 4, Подготовка к зачету

Для получения зачета студент обязан выполнить все предусмотренные в семестре лабораторные работы и защитить их. Также он обязан удовлетворительно работать на практических занятиях и выполнять домашние задания (2 - 3 задачи). Кроме того для

получения зачета необходимо успешно (как минимум, удовлетворительно) выполнить контрольную работу. На подготовку к зачету отводится 10 часов. Подробнее см. Правила аттестации.

Семестр- 4, Контрольные работы

Контрольная работа проводится в конце семестра и входит в Зачет студента за семестр. На подготовку к контрольной работе отводится 10 часов. Варианты Контрольных работ см. в разделе в Примеры контролируемых материалов.

Семестр- 4, Индив. работа

Индивидуальная работа студента заключается в самостоятельном решении задач. На индивидуальную работу отводится 100 часов.

Семестр- 4, Подготовка к занятиям

Подготовка к лекциям заключается в изучении материала предыдущей лекции. Подготовка к практическим занятиям заключается в решении домашнего задания и проработке лекционного материала на тему будущего занятия. Подготовка к лабораторным работам заключается в проработке теоретического материала по теме лабораторной работы и подготовке заготовки протокола. На подготовку к занятиям отводится 23 часа.

**6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине
ПРАВИЛА АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО КУРСУ ФИЗИКИ**

010700 – ФИЗИКА
140400 – ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

**Правила аттестации студентов по курсу «ФИЗИКА»
с аттестацией в форме зачета**

1. **Рейтинг студента** по курсу «Физика» в форме зачета складывается из рейтинга $R_{лбр}$ за выполнение лабораторных работ в семестре, рейтинга $R_{тр}$ за текущую работу в семестре на практических занятиях и рейтинга $R_{кр}$ зачета в форме контрольной работы:

$$R = R_{лбр} + R_{тр} + R_{кр}$$

При этом максимальное число баллов составляет:

$$R_{лбр. макс} = 60, \quad R_{тр. макс} = 20, \quad R_{кр. макс} = 20, \quad R_{макс} = 100$$

2. **Текущая аттестация студента** по курсу «Физика»

За текущую учебную деятельность начисляется следующее число баллов

Учебная деятельность студента	Выполнение лабораторных работ	Решение задач в аудитории	Контрольная работа
Максимальное число баллов	60	20	20
Минимальное число баллов	30	10	10

Максимальное число баллов определяет уровень оценки А+ по ECTS («отлично»).

Минимальное число баллов определяет уровень оценки Е по ECTS («удовлетворительно»).

3. **Итоговая аттестация студента**

Студенты, набравшие число баллов не менее минимального (50) за текущую работу в семестре, получают зачет.

По сумме текущего рейтинга (учебная работа в течение семестра) выставляется оценка в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе (БРС) оценки достижений студентов НГТУ:

Характеристика работы студента	Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки
«Отлично» - работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	90-100	А+	зачтено
		А	
		А-	
«Очень хорошо» - работа хорошая, уровень выполнения отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые навыки	80-89	В+	
		В	

работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному		B-	
«Хорошо» - уровень выполнения работы отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	70-79	C+	зачтено
		C	
		C-	
«Удовлетворительно» - уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.	60-69	D+	
		D	
		D-	
«Посредственно» - работа слабая, уровень выполнения не отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	50-59	E	
«Неудовлетворительно» (с возможностью пересдачи) – теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.	25-49	FX	не зачтено

5. Примечания

Студенты, набравшие до экзаменационной сессии менее 50 баллов, могут получить недостающие для зачета число баллов (50) путем ликвидации задолженностей по учебной работе за семестр.

Студенты, набравшие после ликвидации задолженностей по учебной работе менее 50 баллов, не допускаются к экзаменам. Они получают оценку «неудовлетворительно» без права пересдачи.

Правила аттестации студентов по курсу «ФИЗИКА» с итоговой аттестацией в форме экзамена

1. **Рейтинг студента** по курсу «Физика» складывается из рейтинга $R_{\text{тек}}$ за текущую работу в семестре и итогового рейтинга $R_{\text{итог}}$ за экзаменационную работу:

$$R = R_{\text{тек}} + R_{\text{итог}}$$

При этом максимальное число баллов составляет:

$$R_{\text{тек. макс}} = 60, \quad R_{\text{итог. макс}} = 40, \quad R_{\text{макс}} = 100$$

2. Текущая аттестация студента по курсу «Физика»

За текущую учебную деятельность начисляется следующее число баллов

Учебная деятельность студента	Самостоятельное решение задач (РГР)	Коллоквиум
Максимальное число баллов	30	30
Минимальное число баллов	15	15

Максимальное число баллов определяет уровень оценки А+ по ECTS («отлично» без сдачи экзамена). Минимальное число баллов определяет допуск к экзамену по физике.

3. Дополнительное число баллов

Студенты, получившие высокие рейтинги к 13 контрольной неделе, могут претендовать на получение дополнительного числа баллов (максимум до 50), которые позволят им получить оценку «отлично» без сдачи экзамена («автомат»).

Дополнительная учебная деятельность студента	Учебная работа по индивидуальному заданию преподавателя	Достижение призового места в олимпиаде по физике
Максимальное число баллов	40 (суммарно)	

4. Итоговая аттестация студента

Студенты, набравшие число баллов не менее минимального (30) за текущую работу в семестре, допускаются на экзамен.

Форма экзамена – письменная или устная – определяется преподавателем в начале семестра. Максимальное число баллов, которые студент может получить на экзамене, равно 40.

По сумме текущего рейтинга (учебная работа в течение семестра) и итогового рейтинга (результаты экзаменационной работы) определяется семестровый рейтинг по курсу «Физика» и выставляется оценка в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе (БРС) оценки достижений студентов НГТУ:

Характеристика работы студента	Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки
«Отлично» - работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	90-100	А+	отлично
		А	
		А-	

«Очень хорошо» - работа хорошая, уровень выполнения отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	80-89	B+	хорошо
		B	
		B-	
«Хорошо» - уровень выполнения работы отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	70-79	C+	хорошо
		C	
		C-	
«Удовлетворительно» - уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.	60-69	D+	удовлетв
		D	
		D-	
«Посредственно» - работа слабая, уровень выполнения не отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	50-59	E	
«Неудовлетворительно» (с возможностью пересдачи) – теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.	25-49	FX	неуд
«Неудовлетворительно» (без возможности пересдачи) – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	0-24	F	

6. Примечания

Студенты, набравшие до экзаменационной сессии менее 30 баллов, могут получить недостающие для допуска к экзаменам число баллов (30) путем ликвидации задолженностей по учебной работе за семестр.

Студенты, набравшие после ликвидации задолженностей по учебной работе менее 25 баллов, не допускаются к экзаменам. Они получают оценку «неудовлетворительно» без права пересдачи.

Студенты, получившие оценку «неудовлетворительно» с правом пересдачи, сохраняют свой текущий рейтинг. При пересдаче такой студент может претендовать только на оценку «удовлетворительно».

Студенты, получившие оценку «неудовлетворительно» без права пересдачи, теряют свой текущий рейтинг. Такие студенты изучают курс физики повторно на платной основе. После повторного изучения предмета студент может получить любую оценку.

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. I. Механика : Учебное пособие / Д. В. Сивухин. - М., 1989. - 576 с.
2. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика : учебное пособие для физических специальностей вузов / Д. В. Сивухин. - М., 2003. - 575 с. : ил. - Рекомендовано МО.
3. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. 3 : учебное пособие для физических специальностей вузов / Д. В. Сивухин. - М., 2002. - 654 с. : ил. - Рекомендовано МО.
4. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. 4. Оптика : Для физ. спец. вузов. - М., 1985. - 751 с.
5. Сивухин Д. В. Общий курс физики.. Т.5. Атомная и ядерная физика : Учеб. пособие для физических специальностей вузов. - М., 1989. - 415 с.
6. Киттель Ч. Механика. Берклеевский курс физики : [учебное пособие для вузов по направлениям 510000 "Естественные науки и математика", 550000 "Технические науки", 540000 "Педагогические науки" : пер. с англ.] / Ч. Киттель, У. Найт, М. Рудерман. - СПб. [и др.], 2005. - 478, [1] с. : ил.. - Парал. тит. л. англ..
7. Парселл Э. Электричество и магнетизм. Берклеевский курс физики : [учебное пособие для вузов по направлениям 510000 "Естественные науки и математика", 550000 "Технические науки", 540000 "Педагогические науки" : пер. с англ.] / Э. Парселл. - СПб. [и др.], 2005. - 415 с. : ил.
8. Рейф Ф. Статистическая физика. Т.5 / Ф. Рейф ; пер. с англ. под ред. А.И. Шальникова и А. О. Вайсенберга. - М., 1986. - 335, [1] с.
9. Крауфорд Ф. Волны. Т. III : пер. с англ. / Ф. Крауфорд ; Под ред. : А. И. Шальникова, А. О, Вайсенберга. - М., 1984. - 511 с. : ил.
10. Вихман Э. Квантовая физика : пер. с англ. / Э. Вихман. - М., 1986. - 390, [1] с. : ил.
11. Савельев И. В. Курс общей физики. [В 3 т.]. Т. 1 : [учебное пособие для вузов по техническим (550000) и технологическим (650000) направлениям] / И. В. Савельев. - СПб. [и др.], 2007. - 432 с. : ил.
12. Савельев И. В. Курс общей физики. [В 3 т.]. Т. 2 : [учебное пособие для вузов по техническим (550000) и технологическим (650000) направлениям] / И. В. Савельев. - СПб. [и др.], 2008. - 496 с. : ил. - Рекомендовано МО.
13. Савельев И. В. Курс общей физики. [В 3 т.]. Т. 3 : [учебное пособие для вузов по техническим (550000) и технологическим (650000) направлениям] / И. В. Савельев. - СПб. [и др.], 2008. - 317 с. : ил., табл. - Рекомендовано МО.
14. Иродов И. Е. Задачи по общей физике : Учебное пособие / И. Е. Иродов. - М., 2002. - 431 с. : ил. - Рекомендовано МО.
15. Иродов И. Е. Задачи по квантовой физике : учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов. - М., 2002. - 215 с. : ил. - Рекомендовано МО.
16. Дубровский В. Г. Введение в квантовую и статистическую физику : учебник / В. Г. Дубровский. - Новосибирск, 2005. - 487 с. : ил.

В электронном виде

1. Дубровский В. Г. Введение в квантовую и статистическую физику : учебник / В. Г. Дубровский. - Новосибирск, 2005. - 487 с. : ил.. - Режим доступа:
http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/tutorials/2005/2005_dubrovsk.pdf

7.2 Дополнительная литература

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Дубровский В. Г. Механика, термодинамика и молекулярная физика : сборник задач и примеры их решения : учебное пособие / В. Г. Дубровский, Г. В. Харламов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 173, [3] с. : ил.
2. Дубровский В. Г. Электричество и магнетизм : сборник задач и примеры их решения : учебное пособие / В. Г. Дубровский, Г. В. Харламов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 89, [3] с. : ил.
3. Физика твердого тела : методическое руководство к лабораторным работам по физике для студентов 1-2 курсов РЭФ, ФТФ, ФЭН всех специальностей и всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. А. Корнилович и др.]. - Новосибирск, 2007. - 34 с. : ил.
4. Оптика. Лабораторный практикум. Ч. 1 : учебное пособие / [В. Г. Дубровский и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 59, [1] с. : ил.
5. Анализ, обработка и представление результатов измерения физических величин : лабораторный практикум по физике / [В.Н. Холявко и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 53 с. : ил.
6. Механика и термодинамика : лабораторный практикум по физике для 1-го и 2-го курсов всех факультетов и форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Г. Дубровский и др.]. - Новосибирск, 2009. - 75, [1] с. : ил.
7. Электричество и магнетизм. Ч. 1 : лабораторный практикум по курсу общей физики для 1-2 курсов РЭФ, ФЭН, ФТФ, ИДО всех направлений подготовки и всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Ф. Ким, Э. А. Кошелев]. - Новосибирск, 2006. - 30, [2] с.
8. Электричество и магнетизм. Ч. 2 : лабораторный практикум по курсу общей физики для 1-2 курсов всех факультетов и форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Я. С. Гринберг и др.]. - Новосибирск, 2006. - 38, [1] с. : ил.
9. Колебания и волны : лабораторный практикум по курсу общей физики для 1-2 курсов РЭФ, ФЭН, ФТФ, ИДО всех направлений подготовки и всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Ф. Ким, Э. А. Кошелев, Ю. Е. Невский]. - Новосибирск, 2007. - 47, [1] с. : ил.

В электронном виде

1. Дубровский В. Г. Механика, термодинамика и молекулярная физика : сборник задач и примеры их решения : учебное пособие / В. Г. Дубровский, Г. В. Харламов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 173, [3] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/dubrovsk.pdf>
2. Дубровский В. Г. Электричество и магнетизм : сборник задач и примеры их решения : учебное пособие / В. Г. Дубровский, Г. В. Харламов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 89, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2011/11_dubrovskiy.pdf
3. Оптика. Лабораторный практикум. Ч. 1 : учебное пособие / [В. Г. Дубровский и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 59, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2007/2007_suhanov.rar
4. Механика и термодинамика : лабораторный практикум по физике для 1-го и 2-го курсов всех факультетов и форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Г. Дубровский и др.]. - Новосибирск, 2009. - 75, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3782.pdf>
5. Электричество и магнетизм. Ч. 1 : лабораторный практикум по курсу общей физики для 1-2 курсов РЭФ, ФЭН, ФТФ, ИДО всех направлений подготовки и всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Ф. Ким, Э. А. Кошелев]. - Новосибирск, 2006. - 30, [2] с.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3266.rar>
6. Колебания и волны : лабораторный практикум по курсу общей физики для 1-2 курсов РЭФ, ФЭН, ФТФ, ИДО всех направлений подготовки и всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Ф. Ким, Э. А. Кошелев, Ю. Е. Невский]. - Новосибирск, 2007. - 47, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3388.rar>

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине Примеры контрольных работ

Модуль 1. Механика, элементы статистической физики и термодинамики.

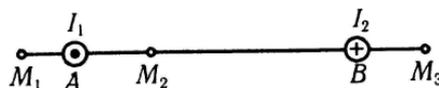
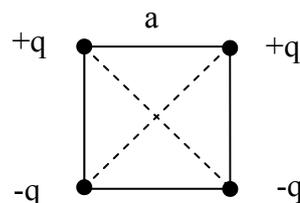
Вариант № 1

1. Движение материальной точки, перемещающейся по прямой, задано уравнением $s = 4t^3 + 2t + 1$. В интервале времени от 1 до 2 с найти мгновенные скорости и ускорения в начале и в конце интервала, среднюю скорость движения.
2. Два маховика в виде дисков одинаковых радиусов и масс были раскручены до скорости вращения 480 об/мин и предоставлены самим себе. Под действием сил трения валов о подшипники первый остановился через 80 с, а второй сделал 240 оборотов до остановки. У какого маховика момент сил трения валов о подшипники был больше и во сколько раз?
3. Груз массой 700 кг падает с высоты 5 м для забивки сваи массой 300 кг. Найти среднюю силу сопротивления грунта, если в результате одного удара свая входит в грунт на глубину 4 см. Удар между грузом и сваем считать абсолютно неупругим.
4. Подводная лодка массой 10 т начинает всплытие с глубины 100 м. Сила Архимеда, действующая на лодку, равна $F_A = 99,25$ кН. Сила сопротивления воды пропорциональна второй степени скорости $F_c = \alpha \cdot v^2$, где $\alpha = 50$ кг/м. Найти скорость лодки в момент ее всплытия на поверхность.
5. Горизонтальная балка опирается своими концами на две опоры. Одну из опор быстро выбивают. Определить силу давления балки на другую опору сразу после удаления первой. Масса балки m . Балку считать однородным стержнем.

Модуль 2. Электродинамика.

Вариант № 1

1. В вершинах квадрата со стороной a имеется четыре заряда. Найти напряженность электрического поля в центре квадрата.
2. Восемь заряженных водяных капель радиусом $r = 1$ мм и зарядом $q = 0,1$ нКл каждая сливаются в одну общую водяную каплю. Найти потенциал большой капли.
3. На рисунке изображены сечения двух прямолинейных бесконечно длинных проводников с токами. Расстояние между проводниками $AB = 10$ см, токи $I_1 = 20$ А и $I_2 = 30$ А. Найти напряженности H магнитного поля, вызванного токами I_1 и I_2 в точках M_1 , M_2 и M_3 . Расстояния $M_1A = 2$ см, $AM_2 = 4$ см и $BM_3 = 3$ см.

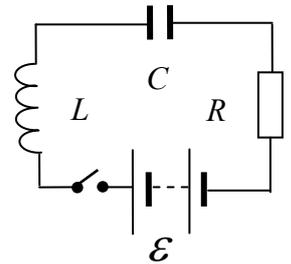


4. Электрон, ускоренный разностью потенциалов $U = 1$ кВ, влетает в однородное магнитное поле, направление которого перпендикулярно к направлению его движения. Индукция магнитного поля $B = 1,19$ мТл. Найти радиус R окружности, по которой движется электрон, период обращения T и момент импульса L электрона.
5. Катушка диаметром $D = 10$ см, состоящая из $N = 500$ витков проволоки, находится в магнитном поле. Найти среднюю э.д.с. индукции \mathcal{E} , возникающую в этой катушке, если индукция магнитного поля B увеличивается в течение времени $t = 0,1$ с от 0 до 2 Тл.

Модуль 3. Колебания, волны и оптика.

Вариант № 1

1. Шарик, подвешенный на нити длиной $l = 2$ м, отклоняют на угол $\alpha = 4^\circ$ и наблюдают его колебания. Полагая колебания незатухающими гармоническими, найти скорость шарика при прохождении им положения равновесия.
2. Велосипедное колесо радиуса R , у которого удален сектор с углом α , подвешено на горизонтальной оси, проходящей через центр колеса. Определить частоту малых колебаний колеса в плоскости, перпендикулярной оси. Считать, что вся масса колеса сосредоточена в ободе.
3. На какой диапазон длин волн можно настроить колебательный контур, если его индуктивность $L = 2$ мГн, а емкость может изменяться от $C_1 = 69$ пФ до $C_2 = 533$ пФ?
4. К контуру L, C, R с малым затуханием в момент $t = 0$ подключают источник постоянной ЭДС с ничтожно малым внутренним сопротивлением. Определить напряжение V на конденсаторе C в зависимости от времени t . На какое минимальное напряжение должен быть рассчитан конденсатор?
5. Уравнение незатухающих колебаний имеет вид $x = \sin(2,5\pi t)$ см. Найти смещение x от положения равновесия, скорость v и ускорение a точки, находящейся на расстоянии $l = 20$ м от источника колебаний для момента времени $t = 1$ с после начала колебаний. Скорость распространения колебаний $c = 100$ м/с.
6. Естественный свет падает на поверхность диэлектрика под углом полной поляризации. Степень поляризации преломленного луча составляет 0.124. Найти коэффициент пропускания света.



Модуль 4. Введение в квантовую физику.

Вариант № 1

1. Температура вольфрамовой спирали в 25-ваттной электрической лампочке $T = 2450$ К. Отношение ее энергетической светимости к энергетической светимости абсолютно черного тела при данной температуре $k = 0,3$. Найти площадь S излучающей поверхности спирали.
2. С какой скоростью v должен двигаться электрон, чтобы его импульс был равен импульсу фотона с длиной волны $\lambda = 520$ нм?
3. Определить наибольшие и наименьшие длины волн фотонов, излучаемых при переходе электронов в сериях Лаймана, Бальмера и Пашена.
4. Найти с помощью формулы Планка среднее значение частоты $\langle \omega \rangle$ в спектре теплового излучения при $T = 2000$ К.
5. Найти возможные значения энергии частицы массы m , находящейся в сферически-симметричной потенциальной яме $U(r) = 0$ при $r < r_0$ и $U(r_0) = \infty$, для случая, когда движение частицы описывается волновой функцией $\psi(r)$, зависящей только от r .

Примеры экзаменационных билетов

Модуль 1. Механика, элементы статистической физики и термодинамики.

Министерство
образования и науки РФ

Экзаменационный билет № 1

НОВОСИБИРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

по дисциплине _____ физика _____

факультет _____ ФТФ _____ курс 1

1. Предмет физики. Связь физики с другими науками. Основные единицы измерения.
2. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Число степеней свободы молекул. Принцип Больцмана равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул. Внутренняя энергия идеального газа.
3. Какую долю β скорости света должна составлять скорость частицы, чтобы ее кинетическая энергия была равна ее энергии покоя?

Модуль 2. Электродинамика.

Министерство
образования и науки РФ

Экзаменационный билет № 1

НОВОСИБИРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

по дисциплине _____ физика _____

факультет _____ ФТФ _____ курс 1

1. Электрические заряды. Закон Кулона. Методы получения электрических зарядов.
2. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для индукции магнитного поля.
3. Восемь заряженных водяных капель радиусом $r = 1$ мм и зарядом $q = 0,1$ нКл каждая сливаются в одну общую водяную каплю. Найти потенциал большой капли.

Модуль 3. Колебания, волны и оптика.

Министерство
образования и науки РФ

Экзаменационный билет № 1

НОВОСИБИРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

по дисциплине _____ физика _____

факультет _____ ФТФ _____ курс 2

1. Гармонические колебания. Динамика колебаний. Грузик на пружине. Модель гармонического осциллятора.
2. Энергия упругой волны. Вектор Умова.
3. Тонкая пленка с показателем преломления 1,5 освещается светом с длиной волны 600 нм. При какой минимальной толщине пленки исчезнут интерференционные полосы?

Модуль 4. Введение в квантовую физику.

**Министерство
образования и науки РФ**

Экзаменационный билет № 1

**НОВОСИБИРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

по дисциплине физика

факультет ФТФ курс 2

1. Понятие о тепловом излучении. Характеристики теплового излучения.
2. Уравнение Шрёдингера.
3. С какой скоростью v должен двигаться электрон, чтобы его импульс был равен импульсу фотона с длиной волны $\lambda = 520$ нм?