

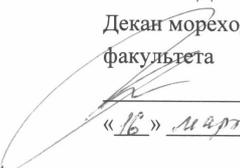
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет информационных технологий

Кафедра «Физика»

УТВЕРЖДАЮ

Декан мореходного  
факультета

 С. Ю. Труднев

«16» марта 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Физика»**

направление подготовки

16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»  
(уровень бакалавриата)

профиль

«Холодильная техника и технологии»

Петропавловск-Камчатский,  
2020

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО специальности (направления подготовки) 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения».

Составитель рабочей программы

К.т.н., доцент  
(должность, ученое звание, степень)

  
(подпись)

Задорожный А. И.  
(Ф.И.О.)

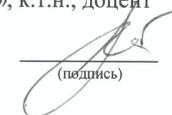
Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры

«Физика»  
(наименование кафедры)

Протокол № 10 от « 16 » марта 2020 г

Заведующий кафедрой «Физика», к.т.н., доцент

« 16 » марта 2020 г.

  
(подпись)

Задорожный А. И.  
(Ф.И.О.)

## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является обеспечение фундаментальной физической подготовки, позволяющей будущим специалистам ориентироваться в научно-технической информации, использовать физические принципы и законы; формирование у студентов целостного представления о фундаментальных физических закономерностях, лежащих в основе физических теорий, образующих современную физическую картину мира; привитие навыков современного научного мышления, необходимых основ теоретической и практической (экспериментальной) подготовки для успешного освоения физики и последующих специальных технических дисциплин и обеспечения возможности ориентироваться в нарастающем потоке научной и технической информации, характерном для современной эпохи НТР.

Дисциплина «Физика» отражает современное состояние физики и ее приложений (нелинейная оптика, голография, явления высокотемпературной сверхпроводимости, жидкие кристаллы и т.д.), а также сочетает макро- и микроскопические подходы в изучении физических основ.

Основными **задачами** курса «Физика» являются:

- освоение современных базовых физических идей, принципов и методов, на которых основано современное научное мировоззрение и культура организационно-технического мышления;
- ознакомление с современной научной аппаратурой и методикой физического исследования, позволяющее развить навыки экспериментального поиска;
- выработка у студентов приемов и навыков решения конкретных задач из разных областей физики, помогающих в дальнейшем решать инженерные и организационно-экономические задачи.
- формирование умения выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах, применения знаний основ фундаментальных теорий к их рациональному решению.

В результате изучения физики студент должен:

- **знать** основные законы классической механики; идеи и методы молекулярной физики и термодинамики; элементы классической и современной электродинамики; основные понятия теории колебаний и волновых процессов; особенности строения материи;
- **понимать** особенности взаимодействия классической и современной физики; общность физических законов в микро, макро и мега мирах; относительность физических явлений; проблематичность многих физических представлений; незаконченность построения физической картины Мира;
- **уметь** использовать законы классической и современной физики для анализа природных и техногенных явлений; решать профессиональные типовые задачи, имеющие ярко выраженную физико-математическую основу; выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах;
- **владеть** навыками решения конкретных задач из различных областей физики; работы с современными средствами измерений и научной аппаратурой, а также использования средства компьютерной техники при расчетах и обработке экспериментальных данных.

## ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении курса «Физика» должны быть сформированы следующие компетенции:

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- готовностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчётные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности (ПК-2);
- готовностью выполнять расчётно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения

на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам (ПК-3).

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице №1.

**Таблица 1.**

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию	<b>Знать</b> категориальный аппарат естественнонаучных концепций на основе самостоятельного осмысления лекционного материала и изучения рекомендуемой литературы; базовые теоретические и практические знания для решения профессиональных задач и повышения мастерства в профессиональном плане.	З(ОК-7)
		<b>Уметь</b> чётко выражать соответствующей естественнонаучной терминологией свои идеи, мысли и убеждения; применять базовые теоретические знания для решения задач в своей профессиональной деятельности; стремиться к повышению квалификации и мастерства на протяжении всей жизни.	У(ОК-7)
		<b>Владеть</b> основами естественнонаучных знаний, базовыми теоретическими знаниями для решения профессиональных задач, современными технологиями их повышения и развития.	В(ОК-7)
ПК-2	готовностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчётные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности	<b>Знать</b> основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, теоретические, расчётные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования низкотемпературных установок	З(ПК-2)
		<b>Уметь</b> использовать для решения прикладных задач соответствующий физико-математический аппарат, теоретические, расчётные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования	У(ПК-2)
		<b>Владеть</b> методами физико-математического анализа, теоретическими, расчётными и экспериментальными методами исследований, методами математического и компьютерного моделирования при решении типовых задач в рамках профессиональной деятельности	В(ПК-2)
ПК-3	готовностью выполнять расчётно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов,	<b>Знать</b> основных достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения	З(ПК-3)
		<b>Уметь</b> выполнять расчётно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения	У(ПК-3)
		<b>Владеть</b> навыками применения классических и технических теорий и методов, теплофизических,	В(ПК-3)

	теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам	математических и компьютерных моделей при решении научнотехнических задач в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	
--	--	--	--

## МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Физика является дисциплиной базовой части образовательной программы. Изучение физики значительно упрощается при успешном усвоении предшествующего курса высшей математики. Изучаемые в курсе «Физика» разделы являются базой для изучения таких дисциплин как техническая механика, материаловедение, сопротивление материалов, механика жидкости и газа, теория механизмов и машин, теоретические основы холодильной техники, криофизика, уравнения математической физики, электротехника и электроника, термодинамика и тепломассообмен, теория и расчет циклов криогенных систем, экспериментальные методы исследований, научные основы криологии, основы научных исследований.

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 2.

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Семинары (практические занятия)	Лабораторные работы			
Элементы механики жидкостей и газов.	36	16	6	10		20	опрос, решение задач, решение индивидуальных заданий	
Механические колебания и волны.	44	22	10	12		22		
Молекулярно-Кинетическая теория идеальных газов.	50	26	10	16		24		
Основы термодинамики.	50	26	10	16		24		
Экзамен	36							
Электростатика.	28	20	8		12	8	опрос, решение задач, решение индивидуальных заданий	
Электрический ток и его характеристики.	30	20	8		12	10		
Магнетизм.	28	18	8		10	10		
Электромагнитные колебания и волны.	12	6	6			6		
Оптика.	10	4	4			6		
Зачет								
Квантовая природа излучения.	44	24	8	8	8	20	опрос, решение	

Элементы атомной физики.	36	18	6	6	6	18	задач, решение индивидуальных заданий	
Элементы ядерной физики.	28	12	4	4	4	16		
Экзамен	36							36
<b>Всего</b>	<b>468</b>	<b>212</b>	<b>88</b>	<b>72</b>	<b>52</b>	<b>184</b>		<b>72</b>

Для студентов заочной формы обучения содержание дисциплины аналогично, представлено в таблице 3.

**Таблица 3.**

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Семинары (практические занятия)	Лабораторные работы			
Элементы механики жидкостей и газов.	28	4	2	2		44	опрос, решение задач, решение индивидуальных заданий	
Механические колебания и волны.	23	8	4	4		44		
Молекулярно-Кинетическая теория идеальных газов.	26	8	4	4		44		
Основы термодинамики.	24	8	4	4		47		
Экзамен	9							9
Электростатика.	22	4	2	2		26	опрос, решение задач, решение индивидуальных заданий	
Электрический ток и его характеристики.	23	4	2	2		26		
Магнетизм.	22	4	2	2		26		
Электромагнитные колебания и волны.	23	4	2	2		26		
Оптика.	21	4	2	2		26		
Квантовая природа излучения.	30	4	2	2		26		
Элементы атомной физики.	33	2	1	1		29		
Элементы ядерной физики.	33	2	1	1		30		
Экзамен	9							9
<b>Всего</b>	<b>468</b>	<b>56</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>394</b>		

## ОПИСАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО РАЗДЕЛАМ И ТЕМАМ

### *Второй семестр (первый курс ЗФО).*

#### *Дисциплинарный модуль 1.*

**Лекция 1.** Статика жидкостей и газов.

*Рассматриваемые вопросы:* Давление. Распределение давления в покоящейся жидкости и газе. Выталкивающая сила.

**Практическое занятие 1.** Статика жидкостей и газов.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Сколько времени потребуется, чтобы заполнить водой бассейн длиной **20м**, шириной **10м** и глубиной **3м**, если вод поступает из шланга диаметром **2см**, со скоростью **1,8м/с**?

**Практическое занятие 2.** Статика жидкостей и газов.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Определить работу, которая затрачивается на преодоления трения при перемещении воды объёмом **1,5м<sup>3</sup>** в горизонтальной трубе с давлением **40кПа** до сечения с давлением **20кПа**.

**Лекция 2.** Гидродинамика.

*Рассматриваемые вопросы:* Линии и трубки тока. Неразрывность струи. Уравнение Бернулли. Измерение давления в текущей жидкости. Применение к движению жидкости закона сохранения импульса.

**Практическое занятие 3.** Неразрывность струи. Уравнение Бернулли.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** В бак равномерной струей в единицу времени поступает объем воды  $V_0 = 2\text{дм}^3/\text{с}$ . В дне бака имеется круглое отверстие площадью  $S = 2\text{см}^2$ . На каком уровне  $h$  будет держаться вода в баке?

**Лекция 3.** Гидродинамика.

*Рассматриваемые вопросы:* Силы внутреннего трения. Ламинарное и турбулентное течение. Движение тел в жидкостях и газах.

**Практическое занятие 4.** Неразрывность струи. Уравнение Бернулли.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Радиус сечения трубопровода монотонно убывает по закону  $r = r_0 \exp(-\alpha x)$ , где  $\alpha = 0,5\text{м}^{-1}$ ,  $x$  – расстояние от начала трубопровода. Определить отношение чисел Рейнольдса в сечениях, отстоящих друг от друга на расстоянии  $x = 3,2\text{м}$ .

**Практическое занятие 5.** Движение тел в жидкостях и газах.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** В широкой части горизонтально расположенной трубы нефть течет со скоростью **2м/с**. Определить скорость нефти в узкой части трубы, если разность давлений в ее широкой и узкой частях составляет **6,65кПа**.

**Лекция 4.** Колебательное движение.

*Рассматриваемые вопросы:* Общие сведения о колебаниях. Гармонические колебания. Энергия гармонического колебания. Гармонический осциллятор. Малые колебания системы вблизи положения равновесия. Математический маятник. Физический маятник.

**Практическое занятие 6.** Гармонические колебания.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Тело совершает гармонические колебания вдоль оси  $x$  так, что в момент времени  $t_1 = 0,5\text{с}$  смещение её  $x_1 = 1\text{см}$ , скорость  $v_1 = -5,44\text{см/с}$ , ускорение  $a_1 = -9,85\text{см/с}^2$ . Определите амплитуду смещения, циклическую частоту, начальную фазу колебаний. Напишите уравнение колебаний.

**Лекция 5.** Колебательное движение.

*Рассматриваемые вопросы:* Графическое изображение гармонических колебаний. Векторная диаграмма. Сложение колебаний одного направления. Биения. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.

**Практическое занятие 7.** Математический маятник. Физический маятник.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Маятник состоит из стержня ( $l = 30\text{см}$ ,  $m = 50\text{г}$ ), на верхнем конце которого укреплен малый шарик (материальная точка массой  $m_1 = 40\text{г}$ ), на нижнем - шарик массой  $m_2 = 100\text{г}$  и радиусом  $R = 5\text{см}$ . Определить период колебаний этого маятника вокруг горизонтальной оси, проходящей через точку  $O$  в центре стержня.

**Практическое занятие 8.** Сложение колебаний

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Два математических маятника, длины, которых отличаются на  $\Delta l = 16\text{см}$ , совершают за одно и то же время один  $n_1 = 10$  колебаний, другой -  $n_2 = 6$  колебаний. Определить длины  $l_1$  и  $l_2$  маятников.

**Лекция 6.** Колебательное движение.

*Рассматриваемые вопросы:* Затухающие колебания. Автоколебания. Вынужденные колебания. Параметрический резонанс.

**Практическое занятие 9.** Затухающие колебания.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Затухающие колебания точки происходят по закону  $x = 0,54e^{-0,01t} \cos 2,25\pi t$ . Определить время релаксации и логарифмический декремент колебаний.

**Лекция 7.** Волны.

*Рассматриваемые вопросы:* Распространение волн в упругой среде. Уравнение плоской и сферической волн. Волновое уравнение. Скорость распространения упругих волн.

**Практическое занятие 10.** Волновое уравнение. Скорость распространения упругих волн.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Задано уравнение плоской волны  $\xi(x,t) = A \cos(\omega t - kx)$ , где  $A = 0,5\text{см}$ ,  $\omega = 628\text{с}^{-1}$ ,  $k = 2\text{м}^{-1}$ . Определить: а) частоту и длину волны; б) фазовую скорость; в) максимальное значение скорости и ускорения колебаний частиц среды.

**Практическое занятие 11.** Уравнение плоской и сферической волн.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Волна с периодом  $T = 0,6\text{с}$  и амплитудой  $A = 1,5\text{см}$  распространяется со скоростью  $v = 25\text{м/с}$ . Чему равно смещение точки, находящейся на расстоянии  $x = 1,5\text{м}$  от источника волн, в тот момент, когда от начала колебаний прошло время  $t = 20\text{с}$ ?

**Лекция 8.** Волны.

*Рассматриваемые вопросы:* Энергия упругой волны. Интерференция и дифракция волн. Стоячие волны. Колебания струны.

**Практическое занятие 12.** Стоячие волны. Колебания струны.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Звуковые колебания, имеющие частоту  $\nu = 1\text{кГц}$  и амплитуду  $A = 0,5\text{мм}$ , распространяются в упругой среде. Длина волны  $\lambda = 50\text{см}$ . Найти скорость распространения волны  $v$  и максимальную скорость частиц среды.

**Лекция 9.** Волны.

*Рассматриваемые вопросы:* Эффект Доплера. Звуковые волны. Скорость звуковых волн в газах. Шкала уровней силы звука. Ультразвук.

**Практическое занятие 13.** Эффект Доплера. Звуковые волны.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. Поезд проходит со скоростью  $54\text{км/ч}$  мимо неподвижного акустического приёмника, который воспринимает скачок частоты  $\Delta\nu = 53\text{Гц}$ . Принимая скорость звука  $c = 340\text{м/с}$ , определить частоту тона гудка поезда.

**Практическое занятие 14.** Эффект Доплера. Звуковые волны.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. Два поезда идут навстречу друг другу со скоростями  $V_1 = 90\text{км/ч}$  и  $V_2 = 110\text{км/ч}$ . Первый поезд дает свисток с частотой  $0,6\text{кГц}$ . Найти частоту  $\nu'$  колебаний звука, который слышит пассажир второго поезда: а) перед встречей поездов; б) после встречи поездов. Скорость распространения звука в воздухе  $340\text{м/с}$ .

**Самостоятельная работа студента:**

- изучение лекционного материала по разделу
- чтение и переработка рекомендованной литературы [1], [2], [10]
- подготовка к практическим занятиям
- выполнение домашнего задания – решение индивидуальных задач для ОФО по [6] и для ЗФО по [7]
- подготовка к текущему контролю
- подготовка к итоговому контролю

## **Дисциплинарный модуль 2.**

**Лекция 1.** Предварительные сведения молекулярной физики и термодинамики.

*Рассматриваемые вопросы:* Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика. Масса и размеры молекул. Состояние системы. Процесс. Внутренняя энергия системы. Первое начало термодинамики. Работа. Температура. Уравнение состояния идеального газа.

**Практическое занятие 1.** Масса и размеры молекул. Первое начало термодинамики.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. Некий газ при нормальных условиях имеет массу  $738,6\text{мг}$  при объёме  $8,205\text{л}$ . Какой это газ?

**Практическое занятие 2.** Уравнение состояния идеального газа.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. Котел объёмом  $V = 2\text{м}^3$  содержит перегретый водяной пар массой  $m = 10\text{кг}$  при температуре  $T = 500\text{К}$ . Определить давление пара в котле.

**Лекция 2.** Элементарная кинетическая теория газов.

*Рассматриваемые вопросы:* Уравнение кинетической теории газов для давления. Строгий учет распределения скоростей молекул по направлениям. Равнораспределение энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия и теплоёмкость идеального газа.

**Практическое занятие 3.** Внутренняя энергия и теплоёмкость идеального газа.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1 В сосуде вместимостью  $0,3\text{л}$  при температуре  $290\text{К}$  находится некоторый газ. Насколько понизится давление газа, если вследствие утечки из него выйдет  $1 \cdot 10^{19}$  молекул?

**Лекция 3.** Элементарная кинетическая теория газов.

*Рассматриваемые вопросы:* Уравнение адиабаты идеального газа. Политропические процессы. Работа газа при различных процессах.

**Практическое занятие 4.** Уравнение адиабаты идеального газа.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** В сосуде вместимостью  $4\text{ л}$  находится газ массой  $12\text{ г}$  при температуре  $177^{\circ}\text{С}$ . При какой температуре плотность этого газа будет равна  $6 \cdot 10^{-6}\text{ кг/м}^3$ , если давление остается неизменным?

**Практическое занятие 5.** Работа газа при различных процессах.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Азот массой  $280\text{ г}$  расширяется в результате изобарного процесса при давлении  $1\text{ МПа}$ . Определить: а) работу расширения; б) конечный объём газа, если на расширение затрачена теплота  $5\text{ кДж}$ , а начальная температура азота была равна  $290\text{ К}$ .

**Лекция 4.** Элементарная кинетическая теория газов.

*Рассматриваемые вопросы:* Распределение молекул газа по скоростям. Экспериментальная проверка распределения Максвелла. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Определение Перреном числа Авогадро.

**Практическое занятие 6.** Барометрическая формула. Распределение Больцмана.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Определить наиболее вероятную скорость молекул газа, плотность которого при давлении  $40\text{ кПа}$  составляет  $0,35\text{ кг/м}^3$ .

**Лекция 5.** Элементарная кинетическая теория газов.

*Рассматриваемые вопросы:* Средняя длина свободного пробега молекул. Явление переноса. Вязкость газов. Теплопроводность газов. Диффузия в газах. Ультразреженные газы. Эффузия.

**Практическое занятие 7.** Барометрическая формула.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Азот массой  $14\text{ г}$  сжимают изотермически при температуре  $300\text{ К}$  от давления  $P_1 = 100\text{ кПа}$  до давления  $P_2 = 500\text{ кПа}$ . Определить: а) изменение внутренней энергии газа; б) работу сжатия; в) количество выделившейся теплоты.

**Практическое занятие 8.** Вязкость газов. Теплопроводность газов. Диффузия в газах.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Колба вместимостью  $V = 2,5\text{ л}$  содержит некоторый газ массой  $m = 0,8\text{ г}$  под давлением  $P = 220\text{ кПа}$ . Определить среднюю квадратичную скорость молекул газа.

**Лекция 6.** Реальные газы.

*Рассматриваемые вопросы:* Отклонение газов от идеальности. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Экспериментальные изотермы. Пересыщенный пар и перегретая жидкость. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томсона. Ожижение газов.

**Практическое занятие 9.** Уравнение Ван-дер-Ваальса.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Азот массой  $7\text{ г}$  под давлением  $0,1\text{ Па}$  при температуре  $290^{\circ}\text{С}$  подвергнут изобарному нагреванию. Объём газа увеличился до  $10\text{ л}$ . Определить: а) начальный объём газа; б) конечную температуру; в) плотности газа до и после расширения.

**Лекция 7.** Основы термодинамики.

*Рассматриваемые вопросы:* Введение. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия обратимых и необратимых машин. КПД цикла Карно для идеального газа.

**Практическое занятие 10.** Второе начало термодинамики. Цикл Карно.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** При прямом цикле Карно тепловая машина совершает работу  $1000\text{Дж}$ . Температура нагревателя  $500\text{К}$ , температура холодильника  $300\text{К}$ . Определить количество теплоты, получаемое машиной от нагревателя.

**Практическое занятие 11.** КПД цикла Карно для идеального газа.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Идеальный двухатомный газ, содержащий количество вещества  $\nu = 1\text{моль}$ , совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Наименьший объём –  $10\text{л}$ , наибольший –  $20\text{л}$ . Наименьшее давление –  $246\text{кПа}$ , наибольшее –  $410\text{кПа}$ . Построить график цикла, определить температуру газа для характерных точек цикла и его термический **КПД**.

**Лекция 8.** Основы термодинамики.

*Рассматриваемые вопросы:* Термодинамическая шкала температур. Приведенное количество тепла. Неравенство Клаузиуса. Энтропия. Свойства энтропии. Теорема Нернста. Энтропия и вероятность. Энтропия идеального газа.

**Практическое занятие 12.** КПД цикла Карно для идеального газа.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Идеальный газ, совершающий цикл Карно,  $2/3$  количества теплоты, полученного от нагревателя, отдаёт охладителю. Температура охладителя –  $280\text{К}$ . Определить температуру нагревателя.

**Лекция 9.** Кристаллическое и жидкое состояние. Фазовые превращения.

*Рассматриваемые вопросы:* Отличительные черты кристаллического состояния. Классификация кристаллов. Типы кристаллических решеток. Тепловое движение в кристаллах. Теплоёмкость кристаллов. Строение жидкостей. Поверхностное натяжение. Явления на границе жидкости и твёрдого тела. Капиллярные явления. Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Тройная точка. Диаграмма состояния.

**Практическое занятие 13.** Неравенство Клаузиуса. Энтропия. Свойства энтропии.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** На какой высоте давление воздуха составляет  $60\%$  от давления на уровне моря? Считать, что температура воздуха везде одинакова и равна  $10^\circ\text{C}$ .

**Самостоятельная работа студента:**

- изучение лекционного материала по разделу
- чтение и переработка рекомендованной литературы [1], [2], [10]
- подготовка к практическим занятиям
- выполнение домашнего задания – решение индивидуальных задач для ОФО по [6] и для ЗФО по [7]
- подготовка к текущему контролю
- подготовка к итоговому контролю

### **Третий семестр (второй курс ЗФО).**

#### **Дисциплинарный модуль 1.**

**Лекция 1.** Электрическое поле в вакууме.

*Рассматриваемые вопросы:* Взаимодействие зарядов. Закон Кулона. Системы единиц. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Суперпозиция полей. Поле диполя. Линии напряженности. Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса. Работа сил электростатического поля. Потенциал. Связь напряженности и потенциала. Эквипотенциальные поверхности.

**Лабораторное занятие 1.** Взаимодействие зарядов. Закон Кулона.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Два шарика массой  $m = 0,1\text{г}$  каждый подвешены в одной точке на нитях длиной  $l = 20\text{см}$  каждая. Получив одинаковый заряд, шарики разошлись так, что нити образовали между собой угол  $\alpha = 60^\circ$ . Найти заряд каждого шарика.

**Лекция 2.** Электрическое поле в диэлектриках.

*Рассматриваемые вопросы:* Полярные и неполярные молекулы. Диполь в однородном и неоднородном поле. Поляризация диэлектриков. Описание поля в диэлектриках. Преломление линий электрического смещения. Силы, действующие на заряд в диэлектрике. Сегнетоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффект.

**Лабораторное занятие 2.** Напряженность электростатического поля. Потенциал. Связь напряженности и потенциала.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Два металлических одинаково заряженных шарика массой  $0,2\text{кг}$  каждый находятся на некотором расстоянии друг от друга. Найти заряд шариков, если известно, что на этом расстоянии энергия их электростатического взаимодействия в  $10^6$  раз больше энергии их гравитационного взаимодействия.

**Лекция 3.** Проводники в электрическом поле.

*Рассматриваемые вопросы:* Равновесие зарядов на проводнике. Проводники во внешнем электрическом поле. Генератор Ван-де-Граафа. Электроёмкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Энергия системы зарядов, заряженного проводника, заряженного конденсатора. Энергия электростатического поля.

**Лабораторное занятие 3.** Электроёмкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Энергия системы зарядов, заряженного проводника, заряженного конденсатора.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Электроёмкость плоского конденсатора равна  $1,5\text{мкФ}$ . Расстояние между пластинами равно  $5\text{мм}$ . Какова будет электроёмкость конденсатора, если на нижнюю пластину положить лист эбонита толщиной  $3\text{мм}$ ?

**Лекция 4.** Постоянный электрический ток.

*Рассматриваемые вопросы:* Электрический ток. Электродвижущая сила. Закон Ома. Сопротивление проводников. Закон Джоуля-Ленца. Закон Ома для неоднородного участка цепи.

**Лабораторное занятие 4.** Электрический ток. Закон Ома. Закон Джоуля-Ленца.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** К источнику тока с ЭДС  $1,5\text{В}$  присоединили катушку с сопротивлением  $0,10\text{Ом}$ . Амперметр показал силу тока  $0,5\text{А}$ . Когда к источнику тока присоединили последовательно еще один источник тока с той же ЭДС, то сила тока в той же катушке оказалась равной  $0,4\text{А}$ . Определить внутреннее сопротивление обоих источников.

**Лекция 5.** Постоянный электрический ток.

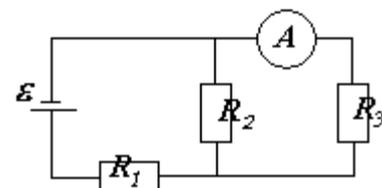
*Рассматриваемые вопросы:* Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа. Коэффициент полезного действия источника тока.

**Лабораторное занятие 5.** Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Что покажет амперметр в схеме, приведенной на рисунке? Как изменятся показания амперметра, если его поменять местами с источником тока?  $\varepsilon = 5\text{В}$ ,  $R_1 = 20\text{Ом}$ ,  $R_2 = 40\text{Ом}$ ,  $R_3 = 50\text{Ом}$ .



**Лекция 6.** Магнитное поле в вакууме.

*Рассматриваемые вопросы:* Взаимодействие токов. Магнитное поле. Закон Био-Савара. Поле движущегося заряда. Поле прямого и кругового токов. Циркуляция вектора магнитной индукции. Поле соленоида и тороида.

**Лабораторное занятие 6.** Магнитное поле. Закон Био-Савара.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. Электрон в невозбужденном атоме водорода движется вокруг ядра по окружности радиусом  $53 \text{ нм}$ . Вычислить силу эквивалентного кругового тока и напряженность поля в центре окружности.

**Лекция 7.** Действие магнитного поля на токи и заряды.

*Рассматриваемые вопросы:* Сила, действующая на ток в магнитном поле. Закон Ампера. Сила Лоренца. Контур с током в магнитном поле. Работа при перемещении контура с током в магнитном поле.

**Лабораторное занятие 7.** Закон Ампера. Сила Лоренца.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1.  $\alpha$ -частица, кинетическая энергия которой равна  $500 \text{ эВ}$ , влетает в однородное магнитное поле с индукцией  $0,1 \text{ Тл}$ , перпендикулярное направлению ее движения. Найти силу, действующую на  $\alpha$ -частицу, радиус окружности, по которой она движется, а также период ее обращения.

**Лекция 8.** Магнитное поле в веществе. Магнетика.

*Рассматриваемые вопросы:* Магнитное поле в веществе. Описание поля в магнетиках. преломление линий магнитной индукции. Классификация магнетиков. Магнитомеханические явления. Магнитные моменты атомов и молекул. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм.

**Лабораторное занятие 8.** Закон Ампера. Сила Лоренца.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи силой  $I = 1 \text{ кА}$ . Определить силу, действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.

**Лекция 9.** Электромагнитная индукция.

*Рассматриваемые вопросы:* Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции. Методы измерения магнитной индукции. Токи Фуко. Явление самоиндукции. Ток при замыкании и размыкании цепи. Энергия магнитного поля. Взаимная индукция.

**Лабораторное занятие 9.** ЭДС индукции. Энергия магнитного поля. Взаимная индукция.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. Проволочное кольцо радиусом  $10 \text{ см}$  лежит на столе. Какое количество электричества протечет по кольцу, если его перевернуть с одной стороны на другую? Сопротивление кольца  $R = 10 \text{ Ом}$ . Вертикальная составляющая индукции магнитного поля Земли равна  $50 \text{ мкТл}$ .

**Самостоятельная работа студента:**

- изучение лекционного материала по разделу
- чтение и переработка рекомендованной литературы [1], [2], [10]
- подготовка к практическим занятиям
- подготовка к лабораторным работам по [5]
- выполнение домашнего задания – решение индивидуальных задач для ОФО по [6] и для ЗФО по [8]

- подготовка к текущему контролю
- подготовка к итоговому контролю

## **Дисциплинарный модуль 2.**

**Лекция 1.** Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях.

*Рассматриваемые вопросы:* Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Отклонение движущихся зарядов электрическим и магнитным полем. Определение заряда и массы электрона. Определение удельного заряда положительных ионов. Циклотрон.

**Лабораторное занятие 1.** Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Протон с кинетической энергией  $1\text{МэВ}$  влетел в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции ( $\mathbf{B} = I\mathbf{Tl}$ ). Какова должна быть минимальная протяженность поля в направлении, по которому летел протон, когда он находился вне поля, чтобы оно изменило направление движения протона на противоположное?

**Лекция 2.** Электрический ток в металлах и полупроводниках.

*Рассматриваемые вопросы:* Природа носителей тока в металлах. Элементарная классическая теория металлов. Основы квантовой теории металлов. Полупроводники. Работа выхода. Термоэлектронная эмиссия. Электронные лампы. Контактная разность потенциалов. Термоэлектрические явления. Полупроводниковые диоды и триоды.

**Лабораторное занятие 2.** Работа выхода. Контактная разность потенциалов.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Два однозарядных иона, пройдя одинаковую ускоряющую разность потенциалов, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Один ион, масса которого равна  $12a.e.m.$ , описал дугу окружности радиусом  $4\text{см}$ . Определить массу второго иона, если он описал дугу окружности радиусом  $6\text{см}$ .

**Лекция 3.** Ток в электролитах.

*Рассматриваемые вопросы:* Диссоциация молекул в растворах. Электролиз. Закон Фарадея. Электролитическая проводимость. Технические применения электролиза.

**Лабораторное занятие 3.** Электролитическая проводимость.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** На цоколе электрической лампы накаливания с вольфрамовой нитью написано:  $120\text{В}$ ,  $500\text{Вт}$ . Если через лампу пропустить ток силой  $8\text{мА}$ , то падение напряжения на лампе составит  $20\text{В}$ , при этом лампочка, практически, не нагревается (около  $20^\circ\text{C}$ ). Какова температура нити накала в рабочем состоянии?

**Лекция 4.** Электрический ток в газах.

*Рассматриваемые вопросы:* Виды газового разряда. Несамостоятельный газовый разряд. Ионизационные камеры и счётчики. Газоразрядная плазма. Тлеющий разряд. Дуговой разряд. Искровой и коронный разряды.

**Лабораторное занятие 4.** Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

**ПРИМЕР 1.** Двукратно ионизированный атом гелия ( $\alpha$ -частица) движется в однородном магнитном поле напряженностью  $100\text{кА/м}$  по окружности радиусом  $100\text{см}$ . Найти скорость  $\alpha$ -частицы.

**Лекция 5.** Переменный ток.

*Рассматриваемые вопросы:* Квазистационарные токи. Переменный ток, текущий через индуктивность. Переменный ток, текущий через емкость. Цепь переменного тока, содержащая

индуктивность, емкость и сопротивление. Мощность, выделяемая в цепи переменного тока. Резонанс токов.

**Лабораторное занятие 5.** Цепь переменного тока, содержащая индуктивность, емкость и сопротивление.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. Какое количество теплоты  $Q$  выделится в единице объема проводника за единицу времени при плотности тока  $j$ . Удельное сопротивление проводника -  $\rho$ .

**Лекция 6.** Электрические колебания.

*Рассматриваемые вопросы:* Свободные колебания в контуре без активного сопротивления. Свободные затухающие колебания. Вынужденные электрические колебания. Получение незатухающих колебаний.

**Лабораторное занятие 6.** Свободные колебания в контуре без активного сопротивления.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. Соленоид содержит **1000 витков**. Сила тока в его обмотке равна **1А**, магнитный поток через поперечное сечение соленоида равно **0,1мВб**. Вычислить энергию магнитного поля.

**Лекция 7.** Электромагнитное поле.

*Рассматриваемые вопросы:* Вихревое электрическое поле. Бетатрон. Ток смещения. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла.

**Лабораторное занятие 7.** Свободные затухающие колебания.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. На железное кольцо намотано в один слой **200 витков**. Определить энергию магнитного поля, если при токе **2,5А** магнитный поток в железе равен **0,5мВб**.

**Лекция 8.** Электромагнитные волны.

*Рассматриваемые вопросы:* Волновое уравнение. Плоская электромагнитная волна. экспериментальное исследование электромагнитных волн. Энергия электромагнитного поля. Импульс электромагнитного поля. Излучение диполя.

**Лабораторное занятие 8.** Энергия электромагнитного поля.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. Электрическая плитка мощностью **1кВт** предназначена для напряжения **220В**. Сколько метров проволоки диаметром  $d = 0,5\text{мм}$  надо взять для изготовления спирали, если рабочая температура нити составляет **900°C**? Удельное сопротивление нихрома при  $0^\circ\text{C}$  равно  $\rho_0 = 1\text{мкОм}\cdot\text{м}$ , при температурном коэффициенте сопротивления  $\alpha = 0,4 \cdot 10^{-3}\text{K}^{-1}$ .

**Самостоятельная работа студента:**

- изучение лекционного материала по разделу
- чтение и переработка рекомендованной литературы [1], [2], [10]
- подготовка к практическим занятиям
- подготовка к лабораторным работам по [5]
- выполнение домашнего задания – решение индивидуальных задач для ОФО по [6] и для ЗФО по [8]
- подготовка к текущему контролю
- подготовка к итоговому контролю

**Четвертый семестр (второй курс ЗФО).**

**Дисциплинарный модуль 1.**

**Лекция 1.** Геометрическая оптика.

*Рассматриваемые вопросы:* Развитие представлений о природе света. Принцип Ферма. Скорость света. Фотометрические величины и их единицы. Основные понятия и определения геометрической оптики. Центрированная оптическая система. Преломление на сферической поверхности. Линза. Оптические приборы.

**Практическое занятие 1.** Геометрическая оптика.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. Лампочка, потребляющая мощность  $P = 75 \text{ Вт}$ , создает на расстоянии  $r = 3 \text{ м}$  при нормальном падении лучей освещенность  $E = 8 \text{ лк}$ . Определить удельную мощность лампочки (в ваттах на канделу) и световую отдачу лампочки (в люменах на ватт).

**Лабораторная работа 1.** Определение ёмкости конденсатора баллистическим гальванометром.

**Лекция 2.** Интерференция света.

*Рассматриваемые вопросы:* Световая волна. Интерференция световых волн. Способы наблюдения интерференции. Интерференция в тонких плёнках. Применения интерференции.

**Практическое занятие 2.** Интерференция света.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. На пути монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$  находится плоскопараллельная стеклянная пластина толщиной  $d = 0,1 \text{ мм}$ . Свет падает на пластину нормально. На какой угол следует повернуть пластину, чтобы оптическая длина пути изменилась на  $\lambda/2$ ?

**Лабораторная работа 2.** Определение ёмкости конденсатора баллистическим гальванометром.

**Лекция 3.** Дифракция света.

*Рассматриваемые вопросы:* Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля от простейших преград. Дифракция Фраунгофера от щели. Дифракционная решетка. Дифракция рентгеновских лучей. Разрешающая сила объектива.

**Практическое занятие 3.** Дифракция света.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии  $l$  от точечного источника монохроматического света ( $\lambda = 600 \text{ нм}$ ). На расстоянии  $a = 0,5 l$  от источника помещена круглая непрозрачная преграда диаметром  $D = 1 \text{ см}$ . Найти расстояние  $l$ , если преграда закрывает только центральную зону Френеля.

**Лабораторная работа 3.** Измерение сопротивления мостиком Уитстона.

**Лекция 4.** Поляризация света.

*Рассматриваемые вопросы:* Естественный и поляризованный свет. Поляризация при отражении и преломлении. Двойное лучепреломление. Интерференция поляризованных лучей. Искусственное двойное лучепреломление. Вращение плоскости поляризации.

**Практическое занятие 4.** Поляризация света.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. Предельный угол полного отражения пучка света на границе жидкости с воздухом равен  $43^\circ$ . Определить угол Брюстера для падения луча из воздуха на поверхность этой жидкости.

**Лабораторная работа 4.** Измерение сопротивления мостиком Уитстона.

**Лекция 5.** Взаимодействие света с веществом.

*Рассматриваемые вопросы:* Дисперсия света. Групповая скорость. Элементарная теория дисперсии. Поглощение света. Рассеяние света. Эффект Вавилова-Черенкова.

**Практическое занятие 5.** Дисперсия света.

*Форма занятия: решение типовых задач*

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. Анализатор в 2 раза уменьшает интенсивность света, проходящего к нему от поляризатора. Определить угол между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора. Потери интенсивности света в анализаторе пренебречь.

**Лабораторная работа 5.** Определение термоЭДС термопары.

**Самостоятельная работа студента:**

- изучение лекционного материала по разделу
- чтение и переработка рекомендованной литературы [1], [2], [10]
- подготовка к практическим занятиям
- подготовка к лабораторным работам по [5]
- выполнение домашнего задания – решение индивидуальных задач для ОФО по [6] и для ЗФО по [8]
- подготовка к текущему контролю
- подготовка к итоговому контролю

## **Дисциплинарный модуль 2.**

**Лекция 1.** Тепловое излучение.

*Рассматриваемые вопросы:* Тепловое излучение и люминесценция. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина. Оптическая пирометрия. Формула Релея-Джинса. Формула Планка.

**Практическое занятие 1.** Тепловое излучение.

*Форма занятия:* решение типовых задач

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. Поверхность Солнца близка по своим свойствам к абсолютно черному телу. Максимум испускательной способности приходится на длину волны  $\lambda_m = 0,50 \text{ мкм}$  (в излучении Солнца, прошедшем через атмосферу и достигшем поверхности Земли, максимум приходится на  $\lambda = 0,55 \text{ мкм}$ ). Определить примерное время, за которое масса Солнца уменьшилась бы за счет излучения на 1%, если бы температура Солнца оставалась постоянной.

**Лабораторная работа 1.** Определение термоЭДС термопары.

**Лекция 2.** Боровская теория атома.

*Рассматриваемые вопросы:* Закономерности в атомных спектрах. Модель атома Томсона и Резерфорда. Опыты по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца. Элементарная боровская теория водородного атома.

**Практическое занятие 2.** Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина.

*Форма занятия:* решение типовых задач

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. Определить температуру  $T$  абсолютно черного тела, при которой максимум спектральной плотности излучательности приходится на красную границу видимого спектра ( $\lambda_1 = 750 \text{ нм}$ ); на фиолетовую ( $\lambda_2 = 380 \text{ нм}$ ).

**Лабораторная работа 2.** Изучение законов теплового излучения.

**Лекция 3.** Квантово-механическая теория водородного атома.

*Рассматриваемые вопросы:* Гипотеза де-Бройля. Волны де-Бройля. Волновые свойства вещества. Уравнение Шредингера. Свойства волновой функции. Квантование. Частица в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Атом водорода.

**Практическое занятие 3.** Гипотеза де-Бройля. Волны де-Бройля.

*Форма занятия:* решение типовых задач

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его кинетическая энергия была равна энергии фотона с длиной волны  $\lambda = 520 \text{ нм}$ ?

**Лабораторная работа 3.** Изучение законов теплового излучения.

#### **Лекция 4.** Элементы ядерной физики.

*Рассматриваемые вопросы:* Свойства и характеристика атомного ядра. Масса и энергия связи ядра. Природа ядерных сил. Радиоактивность. Ядерные реакции. Деление ядер. термоядерные реакции.

#### **Практическое занятие 4.** Масса и энергия связи ядра. Радиоактивность.

*Форма занятия:* решение типовых задач

*Типовое задание:*

ПРИМЕР 1. За какое время распадется  $\frac{1}{4}$  начального количества ядер радиоактивного изотопа, если период его полураспада равен **24 часа**?

#### **Лабораторная работа 4.** Изучение законов теплового излучения.

##### **Самостоятельная работа студента:**

- изучение лекционного материала по разделу
- чтение и переработка рекомендованной литературы [1], [2], [10]
- подготовка к практическим занятиям
- подготовка к лабораторным работам по [4]
- выполнение домашнего задания – решение индивидуальных задач для ОФО по [6] и для ЗФО по [8]
- подготовка к текущему контролю
- подготовка к итоговому контролю

### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Физика» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

#### **Второй семестр (первый курс ЗФО).**

1. Элементы механики жидкости и газа: давление в жидкости и газе, гидростатическое давление, сила Архимеда.
2. Уравнение неразрывности струи, уравнение Бернулли, формула Торричелли. Вязкость.
3. Кинематика гармонических колебаний.
4. Динамика гармонических колебаний: пружинный маятник, математический маятник.
5. Динамика гармонических колебаний: физический маятник, приведенная длина, центр качаний.
6. Векторная диаграмма. Сложение колебаний одного направления. Биения.
7. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний.
8. Уравнение затухающих колебаний, характеристики затухания.
9. Уравнение вынужденных колебаний, резонанс.

10. Волновые процессы: продольные и поперечные волны, уравнение бегущей волны, фазовая скорость, волновое уравнение, принцип суперпозиции, фазовая и групповая скорость.
11. Интерференция волн. Стоячие волны.
12. Звуковые волны. Эффект Доплера в акустике.
13. Основные законы МКТ: уравнение состояния, закон Бойля – Мариотта, законы Гей – Люссака, закон Авогадро, закон Дальтона, уравнение Менделеева – Клапейрона, основное уравнение МКТ.
14. Работа идеального газа в изопроцессах.
15. Обратимые и необратимые процессы, круговые процессы, цикл Карно.
16. Реальные газы и пары: силы межмолекулярного взаимодействия в газах, уравнение Ван-дер-Ваальса.

### ***Третий семестр (второй курс ЗФО).***

1. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.
2. Напряженность электрического поля. Поток вектора напряженности. Принцип суперпозиции.
3. Потенциал электростатического поля. Связь напряженности и потенциала.
4. Электрическое поле в диэлектрической среде. Дипольные моменты молекул диэлектрика. Полярные и неполярные диэлектрики.
5. Распределение электрических зарядов на проводнике. Напряженность поля вблизи поверхности заряженного проводника. Электрическая ёмкость уединенного проводника.
6. Взаимная ёмкость проводников. Конденсаторы. Ёмкость плоского, сферического и цилиндрического конденсатора. Параллельное и последовательное соединение конденсаторов.
7. Энергия системы неподвижных точечных зарядов, уединённого проводника, заряженного конденсатора, электростатического поля.
8. Электрический ток и его характеристики. Сила и плотность тока. Классическая электронная теория электропроводности металлов.
9. Работа выхода электрона из металла. Электронная эмиссия.
10. Сторонние силы. ЭДС. Напряжение.
11. Закон Ома для однородного и неоднородного участка цепи. Сопротивление проводников.
12. Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца для участка цепи.
13. Правила Кирхгофа.
14. Природа магнитных явлений: естественные и искусственные магниты, опыт Эрстеда. Характеристики магнитного поля: магнитный момент, вектор магнитной индукции, напряженность. Принцип суперпозиции для магнитного поля.
15. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение для поля прямого и кругового проводника с током. Закон Ампера. Взаимодействие параллельных токов.
16. Магнитное поле движущегося заряда. Действие магнитного поля на движущийся заряд, сила Лоренца.
17. Поток вектора магнитной индукции. Основные законы магнитного поля: теорема Гаусса и циркуляция вектора  $B$ .
18. Работа при перемещении контура с током в магнитном поле.
19. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Явление самоиндукции, индуктивность, ЭДС самоиндукции, взаимная индукция.
20. Энергия магнитного поля, объёмная плотность энергии.

### ***Четвертый семестр (второй курс ЗФО).***

1. Законы геометрической оптики. Построение изображений в тонких линзах и сферических зеркалах.

2. Монохроматичность и когерентность света. Интерференция. Оптическая разность хода.
3. Интерференция в тонких пленках, кольца Ньютона. Принцип Гюйгенса – Френеля.
4. Зоны Френеля. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Дифракция на кристаллах. Формула Вульфа – Брэггов.
5. Дисперсия света. Взаимодействие света с веществом, поглощение света веществом, закон Бугера. Эффект Доплера. Красное смещение.
6. Поляризованный свет, плоскость поляризации, закон Малюса. Явление Брюстера.
7. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа, излучательная и поглощательная способность тел.
8. Законы теплового излучения черного тела: закон Стефана – Больцмана, закон Вина.
9. Фотоэффект.
10. Масса и импульс фотона.
11. Модель атома Томсона и Резерфорда.
12. Линейчатый спектр водорода. Формула Бальмера.
13. Модель атома Бора. Постулаты Бора. Боровский радиус. Главное квантовое число.
14. Гипотеза де Бройля. Волны де Бройля
15. Самопроизвольное и вынужденное излучение. Инверсное состояние. Оптический квантовый генератор.
16. Зонная теория твердого тела. Проводники, диэлектрики и полупроводники. Контактная разность потенциалов. ТермоЭДС. Термопара.
17. Дефект массы. Энергия связи ядра. Магические числа. Ядерные силы. Капельная и оболочечная модель ядра.
18. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада.
19.  $\alpha$  -,  $\beta$  - и  $\gamma$  - излучение и их свойства.
20. Реакция деления. Цепная реакция. Ядерный реактор.
21. Реакция синтеза. Термоядерный реактор.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *Основная литература:*

1. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики: Учебное пособие для вузов. – 6-е изд. стер. – М.: Академия, 2007. – 720с. (97 экз)
2. Трофимова Т. И. Курс физики: Учебное пособие для вузов. – 7-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2002 – 542с. (487 экз)

### *Дополнительная литература:*

3. Иваницкая Ж. Ф., Блинова Ю. Н. Физика. Основные законы классической механики: Сборник методических указаний к лабораторным работам для студентов и курсантов технических специальностей. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2010 (74 экз)
4. Иваницкая Ж. Ф. Физика. Методические указания к лабораторным работам по электромагнетизму. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014 (<http://shpoint/sites/kstu>)
5. Иваницкая Ж. Ф. Исаков А. Я. Физика. Индивидуальные задания: Учебное пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2006. – 158с.
6. Иваницкая Ж.Ф. Физика. Механика, молекулярная физика, термодинамика. Методические указания и задания к контрольным работам для студентов заочной формы обучения. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2006 – 64с. (<http://shpoint/sites/kstu>)
7. Иваницкая Ж.Ф. Физика. Электромагнетизм, геометрическая и волновая оптика, атомная и ядерная физика. Методические указания и задания к контрольным работам для

- студентов заочной формы обучения. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008 – 170 с. (<http://shpoint/sites/kstu>)
8. Исаков А. Я., Исакова В. В. Справочные физические величины. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2003. (72 экз)
  9. Савельев. И. В. Курс общей физики в 5-и книгах. Учебное пособие. – М.: Астель, 2004. (72 экз)
  10. Чертов А. Г., Воробьев А. А. Задачник по физике. – М.: Физматлит, 2007. (74 экз)

#### **ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»**

1. Библиотека Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/library> – Загл. с экрана.
2. Российское образование. Федеральный портал [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.edu.ru>
3. Федеральная ЭБС «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – URL: <http://window.edu.ru>
4. Фонд содействия информатизации образования [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.centrfio.ru>
5. Электронная библиотека. Интернет-проект «Высшее образование». [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://www.gaudeamus.omskcity.com/PDF\\_library\\_economic\\_finance.html](http://www.gaudeamus.omskcity.com/PDF_library_economic_finance.html) – Загл. с экрана.
6. Электронные каталоги АИБС MARKSQL: «Книги», «Статьи», «Диссертации», «Учебно-методическая литература», «Авторефераты», «Депозитарный фонд». – URL: [http://www.vzfei.ru/rus/library/elect\\_lib.html](http://www.vzfei.ru/rus/library/elect_lib.html) .– Загл. с экрана.
7. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>
8. Электронно-библиотечная система «Буквоед»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://91.189.237.198:8778/poisk2.aspx>
9. Электронная библиотека диссертаций РГБ: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.diss.rsl.ru> .

#### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

В рамках освоения учебной дисциплины «Физика» предусмотрены лекционные и практические занятия, самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации. Промежуточная аттестация во втором учебном семестре представлена в виде зачёта с оценкой, в третьем – в виде экзамена.

При изучении курса «Физика» используется рейтинговая система оценки знаний студентов. За различные виды учебной деятельности предусмотрено различное количество баллов, которые суммируются. Баллы при аудиторном и дистанционном обучении отличаются.

В материалах курса «Физика» в ЭИОС университета представлены конспект лекций, варианты контрольной работы, тесты, ведомость с распределением вариантов заданий, пример оформления отчёта, а также образец оформления титульного листа контрольной работы.

Отчёты в электронном виде предоставляются одним из следующих способов:

- в виде текстовых документов, содержащих изображения тетради с рукописным текстом,
- в виде отдельных изображений тетради, собранных в один архив,

- в виде файлов в формате PDF, содержащих изображения тетради.

При формировании отчёта необходимо следить, чтоб изображения тетради были представлены последовательно. Это особенно актуально, если решение задачи представлено на нескольких страницах тетради. Также необходимо следить, чтобы изображение было чётким, в резкости, без затемнённых нечитаемых участков.

Конспект лекций оформляется в свободной форме отдельно от домашней контрольной работы. Практические занятия рекомендуется оформлять вместе с лекциями, так как темы практических занятий полностью соответствуют лекционному материалу.

Домашняя контрольная работа оформляется в отдельной тонкой тетради, снабжённой титульным листом, образец которого представлен на стенде кафедры "Физика" и в материалах курса в ЭИОС университета. В конце изучения курса тетрадь необходимо предоставить на кафедру "Физика". Отчёт о домашней контрольной работе предоставляется в ЭИОС университета в обязательном порядке как при дистанционной, так и при аудиторной формах обучения.

При дистанционной форме обучения защита домашней контрольной работы не предусмотрена, поэтому все возможные пояснения, выводы всех формул и все необходимые рисунки обязательно должны присутствовать в тетради. При аудиторном изучении курса у студента есть возможность дать устные пояснения по решению задачи, поэтому записывать их нет необходимости.

### **Второй семестр.**

Распределение баллов при *аудиторном* изучении курса "Физика" представлено в таблице 4.

**Таблица 4.**

Вид учебной деятельности	Кол-во единиц	Кол-во баллов за единицу	Суммарное кол-во баллов	Примечание
Лекции	36	1	36	В конце каждой лекции студент предоставляет преподавателю конспект и получает за него 1 балл. Если студент отсутствовал на паре (не важно по какой причине), он может сделать конспект лекции самостоятельно и также получить за него 1 балл, предоставив конспект на проверку. Предоставлять конспекты на проверку можно как в течение семестра в конце каждой пары, так и в конце семестра на индивидуальной или групповой консультации.
Практические занятия	54	1	54	На практических занятиях предусмотрено решение 4-5 типовых задач. В конце каждой пары студент предоставляет на проверку тетрадь с решенными задачами, за что и получает 2 балла. Тетрадь можно не предоставлять на проверку, если студент отвечал (решал задачу) у доски. Самостоятельное решение задач практического занятия не предусмотрено. Если студент отсутствовал на паре (не важно по какой причине), получить баллы за пропущенное занятие невозможно.
Контрольная работа	2	5	10	Контрольная работа включает в себя ответы на вопросы и решение задач или прохождение теста по вариантам.
Итого:			100	

Для получения зачёта с оценкой необходимо суммарно набрать соответствующее количество баллов. Перевод баллов представлен в таблице 5.

**Таблица 5.**

Количество баллов по суммарному рейтингу	Оценка
82 – 100	Отлично
63 – 81	Хорошо
44 – 62	Удовлетворительно
0 – 43	Неудовлетворительно

**Третий семестр.**

Распределение баллов при *аудиторном* изучении курса "Физика" представлено в таблице 6.

**Таблица 6.**

Вид учебной деятельности	Кол-во единиц	Кол-во баллов за единицу	Суммарное кол-во баллов	Примечание
Лекции	34	0,5	17	В конце каждой лекции студент предоставляет преподавателю конспект и получает за него 0,5 балла. Если студент отсутствовал на паре (не важно по какой причине), он может сделать конспект лекции самостоятельно и также получить за него 0,5 бала, предоставив конспект на проверку. Предоставлять конспекты на проверку можно как в течение семестра в конце каждой пары, так и в конце семестра на индивидуальной или групповой консультации.
Лабораторные работы	34	2	68	За допуск к лабораторной работе дается 1 бал, за сдачу работы – 1 бал.
Контрольная работа	3	5	15	Контрольная работа включает в себя ответы на вопросы и решение задач или прохождение теста по вариантам.
Итого:			100	

**Четвертый семестр.**

Распределение баллов при *аудиторном* изучении курса "Физика" представлено в таблице 7.

**Таблица 7.**

Вид учебной деятельности	Кол-во единиц	Кол-во баллов за единицу	Суммарное кол-во баллов	Примечание
Лекции	18	1	18	В конце каждой лекции студент предоставляет преподавателю конспект и получает за него 1 балл. Если студент отсутствовал на паре (не важно по какой причине), он может сделать конспект лекции самостоятельно и также получить за него 1 балл, предоставив конспект на проверку. Предоставлять конспекты на проверку можно как в течение семестра в конце каждой пары, так и в конце семестра на индивидуальной или групповой консультации.

Практические занятия	18	2	36	На практических занятиях предусмотрено решение 4-5 типовых задач. В конце каждой пары студент предоставляет на проверку тетрадь с решенными задачами, за что и получает 2 бала. Тетрадь можно не предоставлять на проверку, если студент отвечал (решал задачу) у доски. Самостоятельное решение задач практического занятия не предусмотрено. Если студент отсутствовал на паре (не важно по какой причине), получить баллы за пропущенное занятие невозможно.
Самостоятельная работа студента	18 задач	2	36	Самостоятельная работа включает в себя решение домашней контрольной работы, которая содержит 20 задач. За наличие задачи в тетради ставится 0,5 балла, при защите каждой задачи – ещё 1,5 балла. В начале семестра при формировании списка студентов каждому присваивается номер варианта контрольной работы. Каждый студент лично получает от преподавателя индивидуальное задание, которое выполняется в соответствии с методическими указаниями к выполнению контрольной работы. Также варианты заданий представлены в материалах курса в ЭИОС. Предоставление на проверку тетради и защита задач контрольной работы возможны как в течение учебного семестра на практических занятиях и консультациях, так и в конце семестра на индивидуальной или групповой консультации. Предоставление отчёта о контрольной работе в ЭИОС университета является обязательным.
Контрольная работа	2	5	10	Контрольная работа включает в себя ответы на вопросы и решение задач или прохождение теста по вариантам.
Итого:			100	

Для прохождения промежуточной аттестации (экзамена) необходимо суммарно набрать соответствующее количество баллов. Перевод баллов представлен в таблице 5. При аудиторном изучении курса "Физика" возможно заменить контрольные работы по дисциплине на устный экзамен. Список экзаменационных вопросов представлен в ФОС по дисциплине, а также отдельно представлен в материалах курса в ЭИОС университета. В таком случае у студента есть возможность заработать не 10, а 25 баллов – каждый экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса, каждый из которых оценивается максимально в 10 баллов, и задачу, решение которой оценивается максимально в 5 баллов.

Экзамен в традиционной форме проходит по традиционной схеме – вытянув билет студент имеет возможность подготовиться к устному ответу и решить задачу в течение 40-45 минут, затем даёт устный ответ и предоставляет задачу на проверку. Преподаватель оценивает ответ в баллах, суммирует полученные баллы с текущим рейтингом студента и выставляет соответствующую оценку (Таблица 5).

Студенты, набравшие текущим рейтингом менее 20 баллов, до экзамена не допускаются. Студенты набравшие достаточное количество баллов, сдают экзамен "автоматом".

Зарабатывать баллы за конспекты лекций, самостоятельную работу и тесты студенты (как при дистанционной, так и при аудиторной формах обучения) могут до дня экзамена, назначенного на факультете и утвержденного УМУ в соответствии с графиком учебного процесса. При нарушении сроков предоставления отчёта считается, что студент не явился на экзамен.

### **КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТА)**

Выполнение курсового проекта (работы) не предусмотрено учебным планом.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

- электронные образовательные ресурсы, представленные выше в рабочей программе;
- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством ресурсов сети Интернет (общение на форумах, в социальных сетях, посредством электронной почты)

### **ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

- текстовые, табличные и графические редакторы пакета Microsoft Office;
- программы подготовки и просмотра презентаций;
- интернет-браузеры;
- почтовые клиенты (программы обмена электронной почтой);

### **ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

- справочно-правовая система «Консультант-плюс» <http://www.consultant.ru/online>
- справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru/online>
- информационно-справочная система «Техэксперт» <http://docs.cntd.ru>
- информационно-справочная система «NormaCS» <http://www.normacs.ru>

### **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В процессе освоения курса для проведения занятий лекционного типа, практических (семинарских) и/или лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы используется следующее материально-техническое обеспечение:

- учебный кабинет 2-315, оборудованный набором мебели ученической на 48 посадочных мест, доской, цифровым проектором, интерактивной доской, акустической системой, одной рабочей станцией и монитором с доступом в информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» и в электронно-образовательную среду организации;
- учебная лаборатория 2-215 «Лаборатория электромагнетизма», оборудованная набором мебели ученической на 36 посадочных мест; установками для лабораторных работ и методическими материалами к соответствующим лабораторным работам;

- учебная лаборатория 2-224 «Лаборатория волновых процессов», оборудованная набором мебели ученической на 6 посадочных мест; установками для лабораторных работ и методическими материалами к соответствующим лабораторным работам.